2. BASIC-Kleincomputer mit Grafik

Bernd Hübler

Dieser Abschnitt wendet sich vor allem an den experimentierfreudigen Amateur, der sich mit möglichst geringem Aufwand einen Kleincomputer aufbauen möchte. Das nachfolgend beschriebene Mikrocomputersystem entspricht in seiner Leistungsfähigkeit weitestgehend den zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung bekannten Kleincomputern. Die angedeuteten Erweiterungsvarianten erlauben dem Leser, sich aus den gegebenen Schaltungsvorschlägen und der gebotenen Software »seinen« Computer aufzubauen.

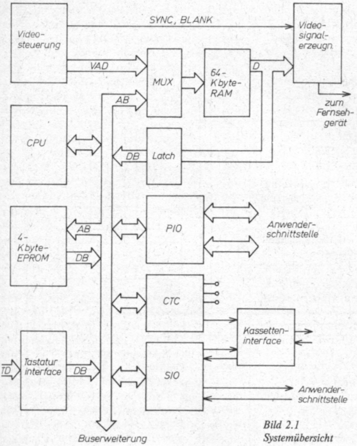
2.1. Systembeschreibung

Bild 2.1 zeigt den prinzipiellen Aufbau des BASIC-Kleincomputers. Die einzelnen Funktionsgruppen werden, obwohl eine enge funktionelle Kopplung vorhanden ist, in einzelnen Abschnitten beschrieben. Die CPU, ein Mikroprozessor vom Typ *U 880*, bestimmt im wesentlichen die Leistungsfähigkeit des Systems. Die CPU hat Zugriff auf volle 64-Kbyte-RAM sowie auf 4-Kbyte-ROM (erweiterbar auf 16 Kbyte). Der RAM-Speicherbereich besteht, wie in Bild 2.2 dargestellt, aus frei verfügbarem Arbeitsspeicher, Bildwiederholspeicher und dem Speicherbereich, der für das Betriebsprogramm reserviert ist. Das Betriebsprogramm belegt den Speicherbereich ab Adresse FOOOH. Dieses Betriebsprogramm, im weiteren auch Monitorprogramm genannt, hat vor allen Dingen die Aufgabe, die Kommunikation zwischen Mensch und Rechner zu realisieren. Weitere Hilfsmittel dafür sind eine grafische Bildschirmsteuerung und eine Tastatur. Die Tastatur ist vom eigentlichen Rechner getrennt und wird über ein einfaches Interface (parallel, auf Wunsch auch seriell) mit dem Rechnerbus verbunden. Die Tastatur benötigt nur wenig Schaltkreise und ermöglicht dennoch einen recht hohen Bedienungskomfort, z. B. automatisches Wiederholen eines Zeichens bei langem Tastendruck.

Die Bildschirmdarstellung ist voll grafisch orientiert und gestattet eine visuell attraktive Darstellung von Daten. Die Bildschirmauflösung beträgt 256 x 256 Bildpunkte, läßt sich aber nach einigen Schaltungsänderungen sowie der Softwareanpassung bis auf 512 x 256 Pixel steigern. Die Textdarstellung arbeitet in 32 Zeichen auf 24 Zeilen und kann ohne Hardwareänderung bis 42 Zeichen auf 32 Zeilen verändert werden. Die grafische Darstellung wird durch Unterprogramme unterstützt, die auch in der Lage sind, Punkte auf dem Bildschirm zu setzen oder zu löschen sowie Vektoren zu zeichnen. Eine weitere Möglichkeit der Grafikerzeugung stellt der programmierbare Zeichengenerator dar.

Der Bildwiederholspeicher ist Bestandteil des 64 Kbyte großen Arbeitsspeichers. Auf diese Art und Weise wird ein separater Bildwiederholspeicher eingespart, was für den Amateur zweifellos eine ökonomische Lösung darstellt. Da sowohl die CPU als auch die Videosteuerung sozusagen gleichzeitig auf den Arbeitsspeicher zugreifen, ist eine Synchronisationsschaltung notwendig, die die beiden Zugriffmöglichkeiten vereinigt.

Weitere Bestandteile des nachfolgend beschriebenen Computersystems sind die Ein- und Ausgabebaugruppen. Zur freien Verfügung stehen die zwei 8-bit-Ports einer PIO, 3 CTC-Kanäle und ein SIO-Kanal. Ein SIO-Kanal wird für das eingebaute Kassettenin-



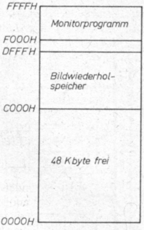


Bild 2.2
Speicheraufteilung

Bild 2.1
Systemübersicht

terface genutzt, mit dem sich Daten oder Programme auf einen handelsüblichen Kassettenrecorder aufzeichnen lassen.

Zu jedem Computer gehört natürlich Software. Geboten wird hier ein einfaches Monitorprogramm und ein komfortabler BASIC-Interpreter, der den meisten Ansprüchen gerecht werden dürfte.

2.2. CPU-Baugruppe

Die CPU-Baugruppe stellt, wie bereits der Name sagt (Central-Processing-Unit = zentrale Verarbeitungseinheit), das Herzstück des Mikrocomputers dar. Basierend auf dem Mikroprozessor *U 880*, bestimmt sie im wesentlichen die Leistungsfähigkeit des Systems.

2.2.1. Schaltungsbeschreibung

Bestimmte elementare Details des Stromlaufplans nach Bild 2.3 werden aus Gründen der Zusammengehörigkeit in anderen Abschnitten dargestellt und beschrieben (Taktversorgung).

Der Aufbau und die Wirkungsweise des *U 880* wird als bekannt vorausgesetzt und ist z. B. in [1] nachzulesen. Die Steuerleitungen $\overline{NMI}$ und $\overline{BUSRQ}$ werden vom System nicht benutzt und deshalb über Widerstände auf H-Potentional gelegt. Die $\overline{INT}$-Leitung hat Verbindung zu den einzelnen Peripherieschaltkreisen (PIO, SIO und CTC). Die $\overline{WAIT}$-Leitung ist mit der RAM- bzw. Videosteuerung verbunden. Auch $\overline{INT}$ und $\overline{WAIT}$ werden, da sie L-aktiv sind, im nicht angesteuerten Zustand mit entsprechenden Wi-

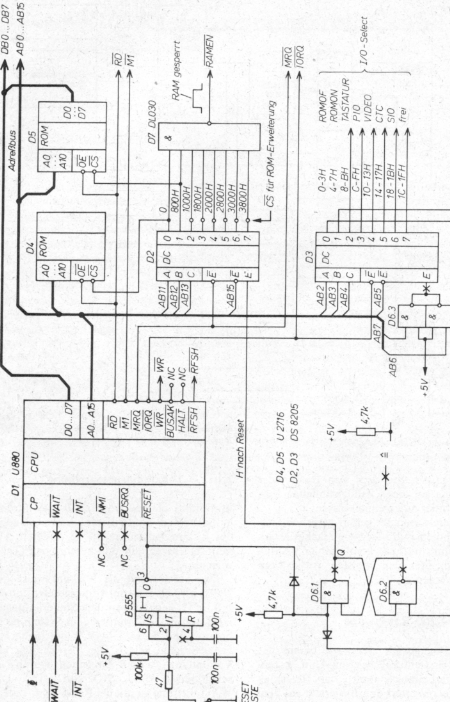


Bild 2.3
Schaltung der CPU-Baugruppe

derständen auf ein sicheres H-Potential gebracht. Die Daten- und Adreßausgänge der CPU *U 880* sind als Tri-State-Ausgänge ausgeführt. Sie können ebenso wie die L-aktiven Steuerausgänge, von denen nur die Signale $\overline{RD}$, $\overline{WR}$, $\overline{MREQ}$, $\overline{IORQ}$ über Tri-State-Ausgänge verfügen, eine TTL-Lasteinheit treiben. Auf Grund eines möglichst kompakten Aufbaus des Computers, wurde auf eine Pufferung der Busleitungen verzichtet. Es versteht sich von selbst, daß die statische und kapazitive Busbelastung in den vorgeschriebenen Grenzen bleibt. Bei Bedarf können natürlich Bustreiber, vorzugsweise *DS 8286* und/oder *DS 8282*, eingesetzt werden.

2.2.1.1. Taktversorgung

Die Taktfrequenz beträgt in der vorgestellten Variante 1,5 MHz, kann aber bei Beachtung der in Abschnitt 2.3. und Abschnitt 2.4. gegebenen Hinweise auch auf 3 MHz erhöht werden. Die Taktversorgung ist in Bild 2.3 nicht dargestellt. Die CPU erhält ihren Takt nämlich von der Video- bzw. RAM-Steuerung. Zentraler Takt in diesem Rechnersystem ist der Videotakt. Aus ihm werden alle anderen Takte synchron abgeleitet. Das ist nötig, da sowohl die CPU als auch die Bildschirmsteuerung auf denselben RAM zugreifen. Da der Zugriff der Bildschirmsteuerung auf den im RAM liegenden Bildwiederholspeicher absolute Priorität hat, muß sich die CPU dem Zeitregime der Video- und RAM-Steuerung unterordnen.

2.2.1.2. Startlogik

Der Mikroprozessor *U 880* kann grundsätzlich über $\overline{RESET}$ oder über Interrupt gestartet werden (siehe [1]). In der Regel wird der Prozessor mit einem $\overline{RESET}$-Impuls gestartet. Die an den $\overline{RESET}$-Eingang des Prozessors angeschlossene Kombination aus *RC*-Glied und dem Timerschaltkreis *B 555* bewirkt nach Zuschalten der Betriebsspannung das Einschalt-$\overline{RESET}$ (Power-On-Reset) und damit den Start des Systems. Die $\overline{RESET}$-Schaltung wird häufig auch mit einfachem oder sogar ohne Gatter ausgeführt. Empfehlenswert sind aber Schaltkreise mit Triggereigenschaften. Mit der Taste S1 kann das System zurückgesetzt werden. Eine zeitliche Begrenzung des $\overline{RESET}$-Impulses ist nicht notwendig, da die Videosteuerung weiterhin die dynamischen Speicher auffrischt. Auf Grund der Gesamtwirkungsweise des Computers kann man auch auf die sonst beim Einsatz dynamischer Speicherbausteine notwendige Verknüpfung mit M1-Signal verzichten, ohne Datenverluste befürchten zu müssen (siehe [1]). Allerdings sollte eine prellarme Taste eingesetzt werden.

Nach dem Start durch einen $\overline{RESET}$-Impuls beginnt die CPU die Befehlsabarbeitung bei der Speicherzelle 0000, wo selbstverständlich ein Programm (im EPROM) gespeichert sein muß. Aus diesem Grund legt man den Beginn des Betriebssystems des Mikrocomputers häufig auf die Speicherzelle 0000. Diese Methode ist mit einigen Nachteilen verbunden, die den Ausschlag für die Wahl einer anderen Lösung gaben. Die genannten Nachteile sind vor allem softwarebedingt und ergeben sich daraus, daß im oben genannten Fall (d. h. ROM ab Adresse 0000) ab Adresse 0000 kein frei verfügbarer Speicherplatz vorhanden ist. Dies soll im folgenden kurz erläutert werden.

Für Mikrocomputer auf der Basis des Prozessors *U 880* existiert heute ein breites Softwareangebot, das von einfachen Monitorprogrammen über Assembler bis hin zu Interpretern und Compilern höherer Programmiersprachen (z. B. BASIC, PASCAL usw.) und Betriebssystemen (SCP, BCU, CP/M usw.) reicht. In vielen Fällen läuft die Standardsoftware ab Adresse 0000. Ein Umschreiben bewährter Programme für andere Speicherbereiche bedeutet großen Aufwand und entsprechend viele Fehlermöglichkeiten. Außerdem sind einige der genannten Programme nur im RAM-Speicher lauffähig.

Nicht zu vergessen ist, daß sich im Anfangsbereich des Adreßraums des *U 880* einige Adressen mit besonderer Bedeutung (00H, 03H, 10H, 18H...38H, 66H: Restart, Interruptmode 1 und $\overline{NMI}$) befinden, die möglichst allgemein verfügbar sein sollen.

Aus den genannten Gründen wurde die

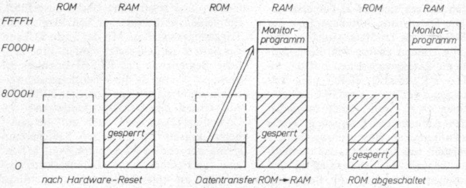


Bild 2.4
RAM und EPROM, Speicheraufteilung

Voraussetzung dafür geschaffen, daß – beginnend bei der Adresse 0000 – ein großer zusammenhängender RAM-Bereich zur Verfügung steht. Die beiden widersprüchlichen Forderungen, nämlich RAM und ROM ab Speicheradresse 0000, werden von der in Bild 2.3 gezeigten Startlogik erfüllt, indem je nach Betriebszustand entweder die unteren 32 Kbyte des RAM-Speichers oder die EPROMs aus dem 64-Kbyte-Speicherbereich ausgeblendet werden. Bild 2.4 zeigt den prinzipiellen Ablauf und die Speicheraufteilung nach RESET. Nach dem System-RESET wird das aus den beiden Gattern D6.1 und D6.2 zusammengesetzte Flip-Flop gesetzt. Der Ausgang Q (D6.1) nimmt H-Pegel an, wodurch der Chipselektdecoder D2 *(8205)* freigegeben wird. Bei einem Speicherzugriff auf eine Adresse kleiner als 8000H wird ein Decoderausgang aktiv und kann ein EPROM auswählen. Gleichzeitig nimmt der Ausgang des 8fach-NAND-Gatters D7 H-Pegel an (Signal $\overline{\text{RAMEN}}$). Dieser Ausgang ist mit der noch zu beschreibenden RAM-Ansteuerung verbunden und verhindert in diesem Fall den RAM-Zugriff. Im EPROM ist ein Ladeprogramm gespeichert, das die Betriebssoftware, die z. B. auf Kassette oder, wie in der vorliegenden Variante, ebenfalls im EPROM gespeichert ist, in den RAM-Arbeitsspeicher kopiert. Nachdem der Kopiervorgang beendet ist, wird das Betriebsprogramm (hier das Monitorprogramm) angesprungen. Vom Monitorprogramm aus wird nun durch einen OUT-Befehl auf das ROMOF-Port das Flip-Flop (D6.1, D6.2) zurückgesetzt. Wie das praktisch aussieht, kann der in Abschnitt 2.8. beschriebenen Betriebssoftware entnommen werden. Der Meßpunkt Q nimmt L-Pegel an. Damit ist der Decoder D2 gesperrt, die EPROMs können nicht mehr selektiert werden. Das Signal RAMEN (Ausgang D7) bleibt jetzt auch bei Speicherzugriffen im Adreßbereich 0000H bis 8000H aktiv. Damit steht auch dieser Speicherbereich als RAM zur Verfügung (Bild 2.4).

2.2.1.3. Speicher

Bild 2.3 zeigt, das die CPU-Baugruppe mit 4 Kbyte Programmspeicher ausgerüstet ist. Diese 4 Kbyte teilen sich auf in 2 EPROMs *U 2716.* Der Decoder D2 *(8205)* übernimmt die Chipselektierung. D2 decodiert den Speicherbereich von 0000H bis 3FFFH in acht 2-Kbyte-Blöcken. Da die Decodierung unvollständig ist, werden auch Chipselektsignale im Bereich von 4000H bis 7FFF erzeugt. Diese im allgemeinen nicht nachteilige Einschränkung muß man bei individuellen Erweiterungen berücksichtigen.

Die freien Decoderausgänge ermöglichen eine EPROM-Speichererweiterung bis auf 16 Kbyte. Bei der Nutzung dieses Bereichs sind verschiedene Varianten denkbar. Wer nur in BASIC programmieren möchte, kann den BASIC-Interpreter (Abschnitt 2.9.) mit den zugehörigen Ein- und Ausgaberoutinen (Abschnitt 2.8.) kombinieren und in 8 EPROMs «brennen». Auf diese Weise läßt sich ein reiner BASIC-Rechner aufbauen.

Die Schaltung gestattet aber auch das Abspeichern häufig benötigter Programme auf EPROM. Dadurch, daß sich das Flip-Flop (D6.1, D6.2) softwaregesteuert setzen läßt, ist auch ohne Hardware-RESET das Einblenden des EPROM-Bereichs problemlos möglich. Ein OUT-Befehl auf die Adresse 04H (ROMON) bewirkt die Umschaltung der Speicher. Die Speicherkonfiguration entspricht dann der, die sich nach einem Hardware-$\overline{\text{RESET}}$ einstellt (Bild 2.4).

2.2.1.4. I/O-Portselektierung

Der Datenverkehr der CPU mit peripheren Geräten wird, sofern diese nicht wie gewöhnliche Speicherbereiche ansprechbar sind, über I/O-Ports (Ein-/Ausgabe-Tore) abgewickelt. Die CPU *U 880* liefert während eines I/O-Zyklus (IORQ = L) die niederwertigen Adreßbits AB0 bis AB7 als I/O-Portadresse. Ob es sich um einen Eingabe- oder Ausgabezyklus handelt, richtet sich nach der gleichzeitigen Aktivität des entsprechenden CPU-Signals $\overline{\text{RD}}$ oder $\overline{\text{WR}}$ (siehe [1]).

Im vorliegenden System übernimmt der Decoder D3 *(8205)* die zentrale I/O-Portselektierung. Die Adreßleitungen AB0 und AB1 werden im allgemeinen für spezielle Selektierungsfunktionen im Zusammenhang mit den I/O-Schaltkreisen PIO, SIO und CTC benötigt und sind damit bereits belegt. Aus den in der Wertigkeit nächstfolgenden Adressen AB2 bis AB7 wird das I/O-Portselektsignal mit dem Decoder D2 *(8205)*, wie in Tabelle 2.1. angegeben, decodiert.

Tabelle 2.1. I/O-Portselektierung

Ausgang DS 8205	Decodierte I/O-Ports				
	Adressen				Funktion
0	00,	01,	02,	03	ROMOF
1	04,	05,	06,	07	ROMON
2	08,	09,	0A,	0B	Tastatur
3	0C,	0D,	0E,	0F	PIO
4	10,	11,	12,	13	VIDEO
5	14,	15,	16,	17	CTC
6	18,	19,	1A,	1B	SIO
7	1C,	1D,	1E,	1F	frei

Damit verfügt man über 8 (x4) Portadressen. Im Bedarfsfall ist die Unterscheidung der an jedem Ausgang vorliegenden 4 Einzeladressen mit zusätzlichem Decodieraufwand (jeweils 1 aus 4) möglich.

Die verschiedenen Ein- und Ausgabebausteine sind mit den entsprechenden Decoderausgängen verbunden. Ein Decoderausgang ist noch frei, so daß man beispielsweise noch eine PIO anschließen kann. Für zusätzliche Ports muß der Decodierumfang erweitert werden (z. B. durch einen Decoder *MH 74154)*.

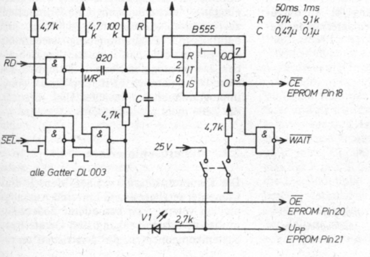


Bild 2.5
EPROM-Programmierzusatz

2.2.1.5. EPROM-Programmierzusatz

Oft besteht der Wunsch, EPROMs zu programmieren. Eine sehr einfache Lösung zeigt Bild 2.5. Mit dieser Schaltung können EPROMs vom Typ *2716* programmiert werden. Die Anschlußbelegung dieser Typen ist in Bild 2.6 zu sehen. Die Funktion der Schaltung basiert darauf, daß nach Anlegen der Adressen und Daten an den zu programmierenden Schaltkreis der Prozessor für die Dauer des Programmierimpulses in den WAIT-Zustand gebracht wird und damit die angelegten Adressen und Daten konstant bleiben. Auf diese Weise speist man ein entsprechend umfangreiches Ausgabeport ein. Der Programmierimpuls sowie der Waitimpuls werden mit einem Timer *B 555* aus den CPU-Signalen erzeugt, d. h., ein Schreibbefehl löst automatisch einen Programmierimpuls aus. Die SEL-Leitung selektiert den EPROM und wird mit dem Speicherdecoder verbunden. Die Funktionsweise der Programmiervorrichtung ist als Impulsschema in Bild 2.7 dargestellt.

Die Programmierspannung von 25 V läßt sich einfach mit einem Schalter zuschalten und durch eine Leuchtdiode signalisieren.

Es erscheint wichtig, darauf hinzuweisen, daß diese einfache Schaltungslösung die von den Herstellern vorgeschriebenen Programmiervorschriften bezüglich der Vor- und Nachhaltezeiten der Daten und Adressen nicht ganz einhält (in Datenblättern werden typisch 2 µs gefordert!).

Der Programmiervorgang ist unkompliziert. Nachdem durch entsprechende Befehle der ROM-Bereich zugänglich gemacht wurde (OUT ROMON), wird mit dem Schalter die Programmierspannung zugeschaltet. Das Programmieren erfolgt durch einfache Schreibbefehle [z. B. LD (HL), A], das Lesen durch einfache Lesebefehle [z. B. LD A, (HL)]. Ein EPROM kann demzufolge durch einen LDIR-Befehl beschrieben oder gelesen werden. Der Programmiervorgang dauert knapp 2 Minuten. Ist der Speicher fertig programmiert, wird die 25-V-Programmierspannung wieder abgeschaltet.

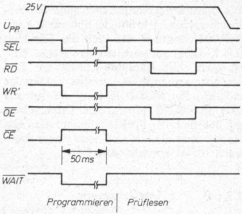


Bild 2.7
Impulsdiagramm der Programmierschaltung

Der schnelle Programmieralgorithmus nach Bild 2.8 arbeitet mit Impulsen von nur 1 ms Dauer. Nach jedem Schreibversuch wird die programmierte Zelle gelesen. Stimmt das programmierte Byte, wird nach einigen Sicherheitsprogrammierimpulsen zur nächsten Adresse fortgeschritten, andernfalls die Programmierung wiederholt. Wer es ganz eilig hat, kann vor dem Schreiben das zu programmierende Datenbyte testen: Ist es nämlich FFH, also gleich einer unprogrammierten Speicherzelle, braucht die Zelle nicht programmiert zu werden.

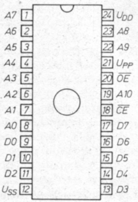


Bild 2.6
Anschlußbelegung des U 2716

2.3. Fernsehinterface

Die Kommunikation zwischen Mensch und Computer setzt geeignete Ein- und Ausgabemedien voraus. Von besonderer Bedeutung in diesem Zusammenhang sind Geräte bzw. Systemkomponenten, die den visuell unter-

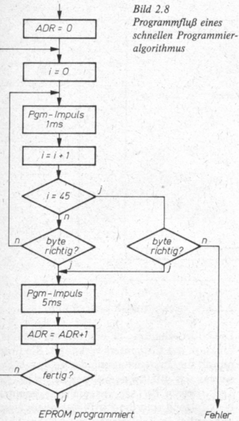


Bild 2.8
Programmfluß eines schnellen Programmieralgorithmus

stützten Dialog ermöglichen. Aus der Vielzahl der Displayvarianten hat sich als universelles Anzeigemedium für Ziffern- und Zeichendarstellung bis hin zur Grafik der Bildschirm durchgesetzt. Das gilt in besonderem Maße für den Bereich der Mikrocomputer. Die Industrie bietet hierfür spezielle Bildschirmgeräte (vom Schwarzweiß- bzw. einfarbigen Monitor bis hin zum Farbmonitor) an.

Für viele Belange, vor allem natürlich aus der Sicht des Amateurs, erweist sich für den genannten Zweck der Einsatz eines handelsüblichen Fernsehgeräts als technisch und ökonomisch sinnvoll.

In [2] wurde ein für die Textdarstellung geeignetes Fernsehinterface vorgestellt. Inzwischen besteht vielfach der Wunsch, neben der einfachen Textdarstellung auch die grafische Ausgabe zu ermöglichen. Im folgenden wird ein einfaches Fernsehinterface beschrieben, das voll grafisch orientiert ist.

2.3.1. Bildschirmdarstellung

Das vom Fernsehen bekannte Darstellungsprinzip beruht auf der Helligkeitssteuerung des Elektronenstrahls in der Bildröhre. Der abhängig von der Videoinformation getastete Strahl überstreicht dabei in einem Zeilenraster den Bildschirm von oben nach unten. Nach der CCIR-Norm beträgt die Zeilenfrequenz 15625 Hz (d. h. Zeilendauer 64 µs) und 625 Zeilen je Bild. Die 625 Zeilen werden mit einem Zeilensprungverfahren und einer Bildfrequenz von 25 Hz dargestellt.

Das Zeilensprungverfahren ist zur Zeichendarstellung allerdings nicht besonders gut geeignet, da an horizontalen Kanten ein störendes Flimmern auftritt. Deshalb erzeugt das Fernsehinterface 2 identische Halbbilder mit etwa der Hälfte der 625 Fernsehzeilen und einer Bildfrequenz von etwa 50 Hz. Damit ist eine ausreichende Flimmerfreiheit des Bildes garantiert.

Bild 2.9 zeigt das verwendete Bildschirmformat. Das Interface erlaubt eine Darstellung von 256 × 256 Bildpunkten. Jeder dieser 65 255 Bildpunkte ist einzeln setz- oder löschbar. Die alphanumerischen Zeichen werden softwaregesteuert umgesetzt, die zugehörige Software wird in Abschnitt 2.8. beschrieben. Bei der Wahl der Bildschirmauflösung wurden folgende Punkte berücksichtigt:

- Der Aufbau des Rechners soll ohne speziell ausgesuchte Bauelemente möglich sein.
- Die Bildpunktfrequenz muß wenigstens mit ihrer Grundwelle noch vom HF- und Videoteil eines normalen handelsüblichen Fernsehempfängers verarbeitet werden können.

Bild 2.10 zeigt das BAS-Signal (Bild-, Austast- und Synchronsignal), das von der Bildschirmsteuerung erzeugt werden muß, um ein handelsübliches Fernsehgerät ansteuern zu können. Wie das Bild verdeutlicht, ist neben der eigentlichen Videoinformation, die die 256 Bildpunkte je Zeile abhängig von der jeweils darzustellenden Information hell- oder dunkeltastet, auch die Bereitstellung der Zeilen- und Bildsynchronisationssignale sowie der Austastsignale notwendig. Durch

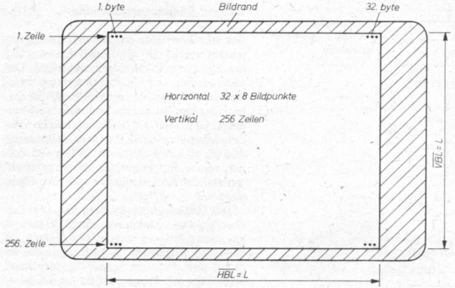


Bild 2.9
Bildschirmaufbau

das Zeilenaustasten entsteht ein linker und ein rechter schwarzer Bildrand. In die Zeilenaustastphase fällt auch der Strahlrücklauf, der somit nicht sichtbar ist. Bei der Bildaustastung entsteht ein oberer und ein unterer schwarzer Bildrand. Durch die Festlegung von Bildrändern wird abgesichert, daß keine Bildinformationen von den Bildschirmrändern verschluckt werden. Die besonders in den Bildschirmecken häufig auftretenden Unschärfen und Verzeichnungen haben keine Auswirkung.

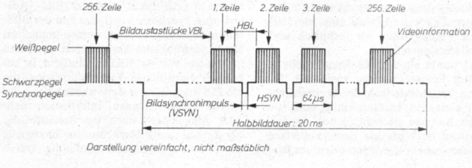
2.3.2. Schaltungsbeschreibung

Die Videoschaltung ist eng mit der Gesamtfunktion des Computers verknüpft. Sie übernimmt die Taktversorgung des gesamten Systems. Als Bildwiederholspeicher wird ein Teil des CPU-Arbeitsspeichers genutzt. Nachfolgend sind die zur Bilderzeugung verantwortlichen Baugruppen beschrieben.

2.3.2.1. Takterzeugung

Der Taktgenerator muß eine Frequenz von 6 MHz liefern. Bild 2.11 zeigt die einfachste und günstigste Form der Takterzeugung. Der Quarzgenerator stellt den sehr genauen und stabilen Bildpunkttakt bereit. Oft ist es schwierig, einen solchen speziellen Quarz zu

Bild 2.10
BAS-Signal, wie es vom Videointerface erzeugt wird



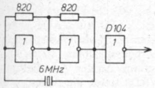


Bild 2.11
Taktgenerator mit 6-MHz-Quarz

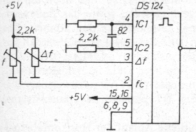


Bild 2.12
Taktgenerator mit VCO-Schaltkreis

beschaffen. Dann bietet sich der Einsatz eines TTL-VCO-Schaltkreises an. Der VCO-Schaltkreis *74 LS 124/DS 124* beinhaltet 2 spannungsgesteuerte *RC*-Oszillatoren. Diese VCO-Schaltkreise schwingen mit hoher Genauigkeit, wenn bestimmte Randbedingungen (günstige Spannungsversorgung, temperaturstabile *RC*-Bauelemente) eingehalten werden. Bild 2.12 zeigt eine Anwenderschaltung. Es wird nur ein Oszillatorsystem verwendet. Mit den beiden Einstellreglern lassen sich die Frequenz und der mögliche Frequenzhub einstellen. Beide Regler werden wechselseitig abgeglichen. Ein unerwünschter Effekt ist das oft auftretende «Schwimmen» des Bildes. Diese Erscheinung kann man verringern, wenn das Bild synchron zur 50-Hz-Netzfrequenz aufgebaut wird. Dazu eignet sich eine PLL-Schaltung. Bei Verwendung des genannten VCO-Schaltkreises ist die notwendige Schaltung nicht kompliziert. Wie Bild 2.13 zeigt, wird die Netzfrequenz (über einen Trigger) und das Vertikalaustastsignal einem Phasendetektor zugeführt. Ein aus 2 Transistoren aufgebauter Integrator erzeugt die Steuerspannung des VCO. Beim Abgleich ist wieder darauf zu achten, daß der maximale Frequenzhub einerseits möglichst klein, aber andererseits so groß ist, daß der Phasenregelkreis sicher einrastet und dieser Zustand gehalten wird. Gegebenenfalls ist der Kondensator C etwas zu ändern.

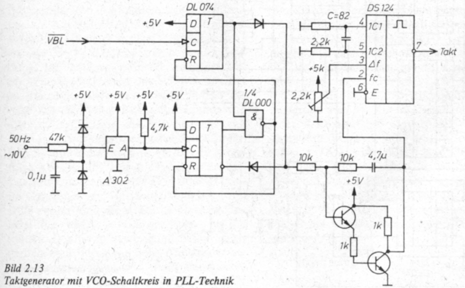


Bild 2.13
Taktgenerator mit VCO-Schaltkreis in PLL-Technik

2.3.2.2. Horizontal- und Vertikalablenkung

Die Horizontal- und Vertikalablenkung hat die Aufgabe, die für die Bilderzeugung notwendigen Synchron- und Austastsignale sowie die Adressen für das Bildauslesen aus dem Bildwiederholspeicher bereitzustellen.

Bild 2.14 zeigt den Teil der Videosteuerung, der für die Horizontalablenkung verantwortlich ist. Dem Zähler D1 wird der 6-MHz-Bildpunkttakt zugeführt. An seinen Ausgängen QA, QB, QC erscheinen die untersetzten Frequenzen (3,0, 1,5 und 0,75 MHz) und werden den Anschlußpunkten 1, 2 und 3 zugeführt, deren weitere Verwendung später beschrieben wird. Dieser erste Zähler zählt die 8 horizontalen Bildpunkte, die zu einem aus dem Bildwiederholspeicher ausgelesenen byte gehören, und gibt anschließend einen Ladeimpuls an das Schieberegister der Videosignalerzeugung (siehe Abschnitt 2.3.2.3.). An QD des Zählers D1 und QA bis QD des Zählers D2 werden die Adressen VAD0 bis VAD4 abgenommen und dem Bildwiederholspeicher (hier Teil des Arbeitsspeichers, siehe Abschnitt 2.4.) zugeführt. An den Adreßleitungen VAD0 bis VAD4 treten die Adressen 0 bis 32 auf. Es können also 32 byte je Zeile adressiert werden. Da jedes byte aus 8 bits besteht, ist eine horizontale Auflösung von $8 \times 32 = 256$ bits (Bildpunkte) gegeben. Das Flip-Flop D3.1 erweitert den Zählbereich des Horizontalzählers so, daß noch ein linker und rechter Rand sowie das Zeilensynchronsignal gewonnen werden können. Das Synchron- und das Austastsignal werden aus den Zählerzuständen decodiert. Am Ausgang des Flip-Flop D8.2 ist der Horizontalsynchronimpuls ($\overline{HSYN}$) nachweisbar. Der Schaltkreis D7 erzeugt das Austastsignal ($\overline{HBL}$).

Der zeitliche Ablauf der Horizontaladreßerzeugung ist im Impulsdiagramm (Bild 2.15) dargestellt. Der Gesamtzählum-

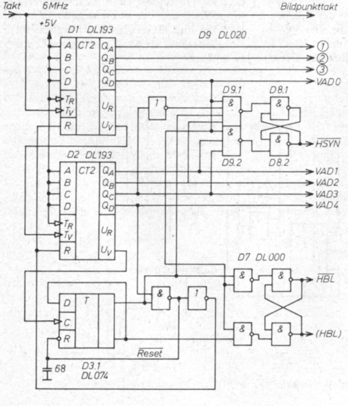


Bild 2.14
Schaltung der Horizontalablenkung

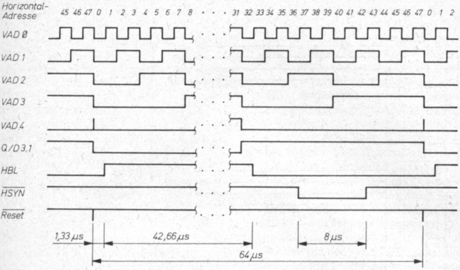


Bild 2.15
Impulsdiagramm der Horizontalablenkung

fang beträgt 384. Beim 6-MHz-Takt hat jede Zeile eine exakte Länge von 64 µs.

Die Vertikalablenkung (Bild 2.16) hat die Aufgabe, die sichtbaren und unsichtbaren Zeilen des Bilds zu erzeugen. Der sichtbare Bereich sind genau 256 Zeilen. Diese werden von den beiden Binärzählern D4 und D5 gezählt. Von den Zählerausgängen gelangen die Adressen VAD5 bis VAD12 in den Bildwiederholspeicher. Das Flip-Flop D3.2 erzeugt das Vertikal- oder Bildaustastsignal. Nach 256 hellgetasteten Zeilen kippt das Flip-Flop und aktiviert das $\overline{\text{VBL}}$-Signal. Der Gesamtzählumfang des Vertikalzählers beträgt 320. Bei einer Bildpunktfrequenz von 6 MHz liegt damit die Bildfrequenz mit 48,83 Hz etwas unter den geforderten 50 Hz. Die Synchronisation wird durch diese geringe Abweichung aber nicht beeinträchtigt. Das Bildsynchronsignal $\overline{\text{VSYN}}$ erzeugt man im Gegensatz zur Horizontalablenkung mit Hilfe zweier Monoflops. Durch diese Lösung kann die vertikale Bildlage etwas justiert werden. Das ist in bestimmten Fällen erforderlich, weil durch die hohe Anzahl der beschreibbaren Zeilen der obere und untere schwarze Bildrand recht schmal sind. Die Lage des Bildes wird mit *R*1 justiert, während man mit *R*2 die beste Synchronisation einstellt.

Die beschriebenen beiden Schaltungsteile erzeugen die Videoadressen VAD0 bis VAD12. Das ist ein Adressierumfang von 8 Kbyte. Wie bereits erwähnt, ist der Bildwiederholspeicher Bestandteil des 64 Kbyte großen Arbeitsspeichers. Um eine vollständige 16-bit-Adresse bereitzustellen, fehlen noch die Adressen VAD13 bis VAD15. Im vorgestellten Computersystem bestimmt die CPU diesen Adreßteil. Dazu ist das Ausgabeport VIDEO (Adresse 10H) vorgesehen, das mit einem D-Latch *DL 075* (D6) aufgebaut ist. Die Schaltung erlaubt das Anlegen eines Bildwiederholspeichers auf Adressen, die ein Vielfaches der Bildwiederholspeichergröße sind (8 Kbyte). Bei Bedarf kann jeder 4-Kbyte-Block Beginn des Bildspeichers sein. Dann muß ein 4-bit-Addierer die Adresse VAD12 und VAD12a addieren und den dabei auftretenden Überlauf mit dem Adreßteil VAD13 bis VAD15 addieren. Die 4 Addiererausgänge sind dann die Adressen VAD12 bis VAD15, die gemeinsam mit VAD0 bis VAD11 dem Speicher zugeführt werden.

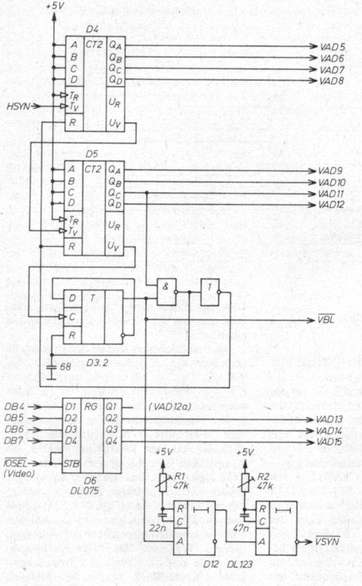


Bild 2.16
Schaltung der Vertikalablenkung

2.3.2.3. Videosignalerzeugung

Die Baugruppe ist in Bild 2.17 dargestellt. Die Datenleitungen D0 und D7 sind mit den D0-Ausgängen der Speicherbausteine (RAM-Baugruppe, Abschnitt 2.4.) verbunden. Die fallende Flanke am Anschlußpunkt 3 (QC des Zählers D1, Bild 2.14) lädt die Daten D0 bis D7 parallel in das Schieberegister D10. Mit jedem Taktimpuls (BP) wird die Information als serielle Bildinformation aus dem Schieberegister herausgeschoben und dem BAS-Mischer zugeführt. Im BAS-Mischer werden außerdem die Synchron- und Austastsignale gemischt, anschließend mit einem Transistor entkoppelt und der Ausgangsbuchse mit einer Impedanz von 75 Ω zugeführt.

Dieser Ausgang wird mit dem Fernsehgerät über den erforderlichen Videoeingang

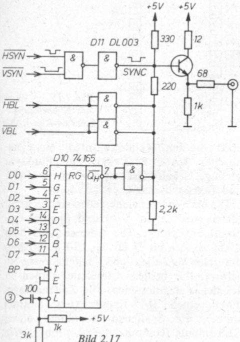


Bild 2.17
Schaltung der Videosignalerzeugung

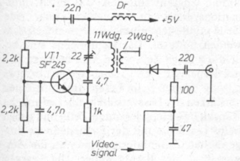


Bild 2.18
HF-Modulator

verbunden. Zu beachten ist, daß das Fernsehgerät galvanisch vom Netz getrennt sein muß. Ältere Röhrengeräte sind also nicht geeignet.

Am BAS-Ausgang kann aber auch ein HF-Modulator (Bild 2.18) angeschlossen werden. Er ermöglicht das Einspeisen des Videosignals direkt in den Antenneneingang eines Fernsehgeräts. Beim Aufbau sind unbedingt die Störstrahlungsbestimmungen der Deutschen Post zu beachten!

2.3.3. Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme ist nicht schwierig. Bei der Taktgebervariante mit dem VCO-Schaltkreis sollte man die Frequenz mit einem Frequenzzähler überprüfen. Ist der 6-MHz-Takt nachweisbar, werden alle Adreßausgänge sowie die Verbindungspunkte 1, 2 und 3 überprüft. Dabei müssen alle Zählerzustände im möglichen Zählumfang durchlaufen werden. Bei offenen Datenleitungen D0 bis D7 am Schieberegister D10 muß auf dem Bildschirm ein weißes Bildfenster zu sehen sein, das von einem schwarzen Rand umgeben ist. Gegebenenfalls läßt sich die Bildlage durch Verändern der Einstellregler der Vertikalablenkung optimieren.

Die richtige Funktion der Bildschirmsteuerung muß abgesichert sein, ehe die anderen Bestandteile des Computers aufgebaut werden. Die Zählerketten der Horizontal- und Vertikalablenkung haben vor allem die Aufgabe, den Rechner und die Ansteuerung der dynamischen RAMs mit Takten zu versorgen. Außerdem ersetzt die Videosteuerung die Refresh-Automatik des Prozessors *U 880*.

2.3.4. Erweiterungen

Selbstverständlich könnte das Bildschirminterface auch für eine Grafikauflösung von 512 × 256 Pixel (o. ä.) ausgelegt werden. Die Änderungen sind minimal: Lediglich den Horizontalzähler müßte man dazu um eine Stufe erweitern und die Taktfrequenz auf 12 MHz erhöhen. Die hauptsächlichen Änderungen betreffen allerdings die RAM-Ansteuerung (siehe Abschnitt 2.4.).

Eine Erhöhung der Horizontalauflösung wird meist gewünscht, wenn die Anzahl der darstellbaren alphanumerischen Zeichen nicht mehr ausreicht. Es sind ja bei einer Grafikauflösung von 256 × 256 Pixel bestenfalls 42 Zeichen auf 25 Zeilen darstellbar (theoretisch wäre auch die recht unübersichtliche Darstellung auf 32 Textzeilen denkbar). Ein Vorschlag für den experimentierfreudigen Amateur ist die gleichzeitige Verknüpfung einer alphanumerischen und einer grafischen Bildschirmsteuerung, also

eine Schaltung, die zusätzlich einen 2 oder 4 Kbyte großen Speicher und einen Zeichengenerator (EPROM) einschließlich Schieberegister enthält. Der zusätzliche Bildwiederholspeicher wird parallel zum Grafikspeicher ausgelesen. Für die CPU kann dieser RAM-Bereich im beschriebenen Computersystem im Adreßraum EOOOH bis EFFFH angeordnet werden.

Auch eine Umrüstung auf Farbbetrieb ist denkbar, wenn man für die Farben Rot, Grün und Blau einen eigenen Bildwiederholspeicher vorsieht. Jedem dieser 3 Bildspeicher ist ein eigenes Schieberegister zugeordnet, um die 3 Videosignale (Rot, Grün und Blau) zu erzeugen. Die 3 Bildwiederholspeicher müssen (von der Videoseite aus gesehen) parallel ausgelesen werden, von der CPU aber einzeln zugänglich sein.

2.4. Speicherbaugruppe

2.4.1. Dynamische RAM-Bausteine

Dynamische Speicherschaltkreise haben gegenüber statischen Speichern viele Vorteile: So werden in einem Schaltkreis weitaus mehr Speicherzellen vereinigt, die Leistungsaufnahme ist bedeutend geringer, und der Preis je bit ist kleiner. Es gibt dynamische Speicherschaltkreise von 4 Kbit bis 1 Mbit. Dabei bringen dynamische 4-Kbit-RAMs kaum noch Vorteile. Sehr «große» RAMs haben dagegen erst bei 16-bit-Rechnern eine Bedeutung. Für das vorgestellte Computerprojekt kommen vor allen Dingen 64-Kbit-RAMs vom Typ *U 2164* in Frage. Die Anschlußbelegung des *U 2164 (4164)* zeigt Bild 2.19.

Durch geringfügige Schaltungserweiterungen können auch 16-Kbit-RAMs eingesetzt werden.

Im Gegensatz zu statischen RAMs *(U 202)*, in denen bekanntlich Flip-Flops die Informationen speichern, enthalten die modernen dynamischen RAMs zur Informationsspeicherung Eintransistorspeicherzellen, in denen Kapazitäten die Information tragen. Da die Kapazitäten nur sehr klein sind, müssen die Ladungen mit Leseverstärkern wieder auf die erforderlichen Pegel ge-

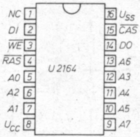


Bild 2.19 Anschlußbelegung eines 64-Kbit-RAMs

bracht werden. Weiterhin enthält ein dynamisches RAM zusätzlich zur Funktion wichtige Schaltungskomplexe wie Decoder und Taktsteuerungen.

Die einzelnen Speicherzellen sind in einer Matrix aus Zeilen (row) und Spalten (column) angeordnet. Die Adresse wird dem RAM zu je 8 bit (7 bit bei 16-Kbit-RAMs) multiplex als Zeilen- und Spaltenadresse zugeführt. Die beiden Adreßteile werden in 2 Latches übernommen. Die Zeilenadresse durch einen RAS-Impuls (row address strobe), die Spaltenadresse durch einen CAS-Impuls (column address strobe). Wie bereits erwähnt, wird die Information in Kapazitäten gespeichert, die sich durch Leckströme langsam entladen. Um einen Informationsverlust zu vermeiden, muß jede Zeile mindestens einmal in 2 ms aufgefrischt werden (refresh). Das ist übrigens eine beachtlich lange Zeit, wenn man bedenkt, daß die Kapazität einer Speicherzelle nur etwa 0,04 pF beträgt. Beim Lesen und Auffrischen verstärken die Leseverstärker die Ladung der Kapazitäten einer gesamten Zeile und geben beim Lesen die mit der Spaltenadresse ausgewählten Zelleninformationen an die Ausgangsstufe des RAMs weiter. Die Leseverstärker sorgen weiterhin für das Nachladen der Zellenkapazitäten und beschreiben sie während eines Schreibvorgangs (WE = L) neu.

Dynamische RAMs ermöglichen verschiedene Betriebsarten. Die im vorliegenden Computersystem verwendeten Formen sind in Bild 2.20 und Bild 2.21 dargestellt. Die dazugehörigen typischen Zeiten der 64-Kbit-Speichertypen enthält Tabelle 2.2.

Ein spezieller Refreshzyklus wird nicht verwendet, da das ständige Auslesen des Bildwiederholspeichers für ein ununterbrochenes Auffrischen der Speicherzellen sorgt.

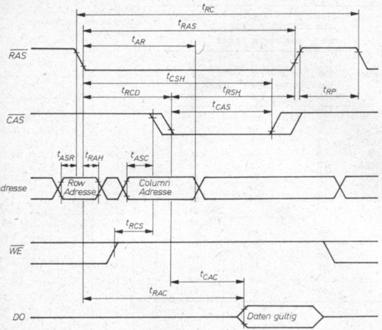


Bild 2.20 Lesezyklus eines DRAMs (Read)

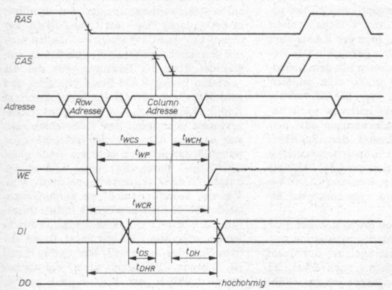


Bild 2.21 Schreibzyklus eines DRAMs (Early Write)

Tabelle 2.2.
Zeitverhalten verschiedener dynamischer RAMs

Symbol	Parameter	4164–15 min.	4164–15 max.	4164–20 min.	4164–20 max.	Einheit
t_{REF}	Refresh-Zyklus-Zeit		2		2	ms
t_{RP}	RAS High Impulsweite	100		120		ns
t_{RAS}	RAS Impulsbreite	150	10000	200	10000	ns
t_{CAS}	CAS Impulsbreite	75		100		ns
t_{CSH}	CAS Haltezeit	150		200		ns
t_{RSH}	RAS Haltezeit	75		100		ns
t_{RCD}	Verzögerung RAS/CAS	25	75	30	100	ns
t_{ASR}	Row Adresse vor RAS	0		0		ns
t_{ASC}	Col. Adresse vor CAS	−5		−5		ns
t_{RAH}	Row Adresse nach RAS	20		25		ns
t_{CAH}	Col. Adresse nach CAS	25		25		ns
t_{AR}	Col. Adresse nach RAS	95		120		ns
t_{RC}	Leszyklus	260		330		ns
t_{RAC}	RAS Zugriffszeit		150		200	ns
t_{CAC}	CAS Zugriffszeit		75		100	ns
t_{WCS}	WE vor CAS	−10		−10		ns
t_{WCH}	WE nach CAS	45		55		ns
t_{WCR}	WE nach RAS	95		120		ns
t_{WP}	WE Impulsdauer	45		55		ns
t_{DS}	Daten vor CAS	0		0		ns
t_{DH}	Daten nach CAS	45		55		ns

2.4.2. Schaltungsbeschreibung

Bild 2.22 zeigt die eigentliche RAM-Baugruppe. Sie besteht aus 8 Schaltkreisen *U 2164*. Die Dateneingänge der RAMs sind mit dem Systemdatenbus gekoppelt. Die Datenausgänge sind zum einen mit dem Videoschieberregister (Bild 2.17), zum anderen mit einem Latch vom Typ *DS 8282* verbunden. Die 4 Multiplexer leiten, je nach Betriebszustand, den niederwertigen oder den höherwertigen Adreßanteil den Speicherschaltkreisen zu. Ob den Speicherschaltkreisen die Adreßinformation der CPU (AB0 bis AB15) oder die Videoadresse (VAD0 bis VAD15) zugeleitet wird, entscheidet das Signal MUXB bzw. $\overline{C}$/V.

Wie bereits mehrfach erwähnt, teilen sich die CPU und die Bildschirmsteuerung den gemeinsamen 64-Kbyte-Speicher des Computers. Das Impulsschema nach Bild 2.23 verdeutlicht die Speichersteuerung. Während der Darstellung eines bytes auf dem Bildschirm muß sowohl das nächste anzuzeigende byte aus dem Bildwiederholspeicher gelesen werden können als auch ein eventueller CPU-Zugriff auf denselben Speicher möglich sein. Zu diesem Zweck teilt man die Zeit, die die Videorealisierung eines bytes dauert (etwa 1,3 µs) in 2 gleiche Abschnitte. In der einen Phase wird ein Zugriff auf den Bildwiederholspeicher durchgeführt, in der anderen Phase der CPU-Zugriff. Das Signal $\overline{C}$/V ($\overline{\text{CPU}}$/VIDEO), es handelt sich um den durch 8 geteilten Bildpunkttakt, entscheidet über die Richtung, aus der die Adressen in den RAM-Block gelangen, und wird deshalb als MUXB den Multiplexern in Bild 2.22 zugeführt. Am Ende eines Videozyklusses übernimmt das Videoschieberegister das aus dem Speicher gelesene byte, während das gelesene byte am Ende eines CPU-Zyklus durch das Signal STB in das Latch *DS 8282* zwischengespeichert wird. Um die Schaltung nicht zu komplizieren, werden beide Speicherzugriffe immer ausgeführt, d.h., ein CPU-Zyklus wird auch durchlaufen, wenn die CPU gar keine Daten aus dem Speicher lesen will. Der Grund dafür ist, daß den CPU-Zyklus nicht, wie normalerweise üblich, das MRQ-Signal auslöst, sondern das strenge Zeitraster der Videosteuerung. Um ein störungsfreies Bild zu erzeugen, hat der Bildschirmteil beim Speicherzugriff absoluten Vorrang.

Es wird also in jeder Phase (CPU oder Video) ein vollständiger Speicherzyklus abgearbeitet. Die Signale $\overline{RAS}$, MUXA und $\overline{CAS}$

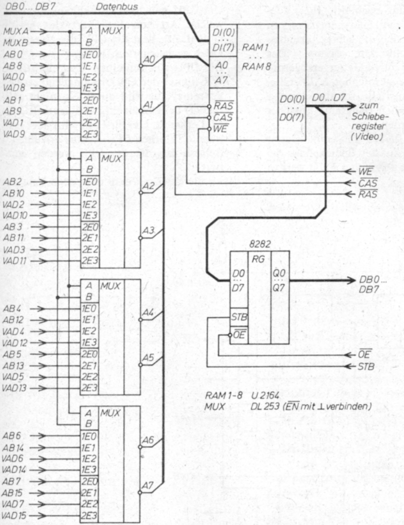


Bild 2.22
Schaltung der RAM-Ansteuerung (Multiplexer, RAM)

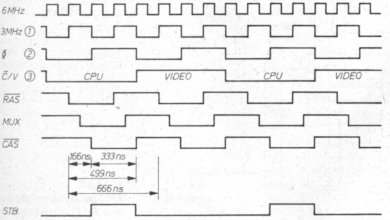


Bild 2.23
Impulsschema der Speichersteuerung

erzeugt die Schaltung nach Bild 2.24. 2 D-Flip-Flops bilden ein Schieberegister, an dessen Ausgängen sich die schon gezeigten Impulsfolgen nachweisen lassen. Das MUXA-Signal wird durch Gatterverzögerungen gewonnen. Die gezeichneten *RC*-Glieder müssen gegebenenfalls, vor allen Dingen in zeitkritischen Fällen (langsame Speicher u. ä.), optimiert werden.

Ein Multiplexer *DL 253* und einige Gatter steuern den Zugriff auf den Speicher aus der CPU-Richtung. Die folgenden Fälle werden berücksichtigt:

a- Die CPU will lesen. Unabhängig davon, welche Art von Speicherzyklus gerade läuft ($\overline{C}$/V), liest die CPU die zuletzt im Latch gespeicherten Daten.

b- Die CPU will schreiben. Das eigentliche $\overline{WR}$-Signal der CPU ist ungeeignet. Der Schreibzyklus wird durch ein nicht aktives $\overline{RD}$ bei gleichzeitig aktivem $\overline{MRQ}$-Signal erkannt. Geschrieben wird aber erst, wenn $\overline{C}$/V einen CPU-Zyklus erlaubt.

c- Refresh-Zugriffe der CPU werden ignoriert.

Wenn die CPU mit dem doppelten Takt des

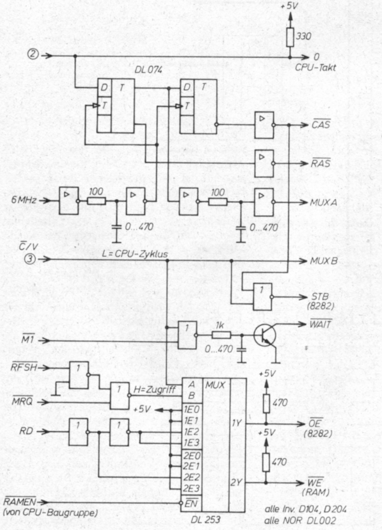


Bild 2.24
Schaltung der Impulserzeugung der Speichersteuerung

Signals C/V betrieben wird, ist die Synchronisation des CPU- und Videozugriffs auf ein und denselben Speicher relativ einfach. Das sollen Bild 2.25 bis Bild 2.28 demonstrieren. Der erste Fall zeigt die Abläufe, wenn die CPU zugreifen will, aber zur Zeit ein Videozugriff läuft. Da der M1-Zyklus der CPU nur sehr kurz ist, wird ein Waittakt eingefügt. Es muß sichergestellt werden, daß wenigstens ein vollständiger CPU-Speicherzugriff mit dem aktiven $\overline{\text{MRQ}}$-Signal zusammenfällt. Bild 2.26 zeigt ebenfalls einen $\overline{\text{M1}}$-Zyklus. Hier ist das Einfügen eines Waittakts nicht erforderlich, weil die Zugriffe vorteilhaft zusammenfallen. Ebenso günstig sehen die Zugriffsverhältnisse in den Fällen aus, die Bild 2.27 und Bild 2.28 verdeutlichen.

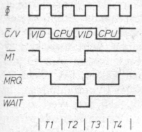


Bild 2.25
Mi-Zyklus ohne Wait

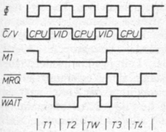


Bild 2.26
Mi-Zyklus mit Wait

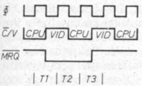


Bild 2.27
Speicherzugriff erfordert keinen Waitzyklus

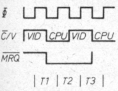


Bild 2.28
Speicherzugriff erfordert auch in diesem Fall keinen Waitzyklus

2.4.3. Schaltungserweiterungen

Bei der Wahl der Bildschirmauflösung und der CPU-Taktfrequenz wurden (neben den schon früher genannten Kriterien) leicht beschaffbare Bauelemente zugrunde gelegt. Natürlich läßt sich beim Einsatz einer CPU *U 880* der CPU-Takt auf 3 MHz erhöhen. Unter Beibehaltung der Bildschirmauflösung würde sich jedoch die Synchronisation zwischen CPU- und Videospeicherzugriff wesentlich komplizierter gestalten. Wer allerdings über sehr schnelle 64-Kbyte-DRAMs (Zugriffszeit unter 150 ns, Zykluszeit unter 330 ns) verfügt, kann einen Computer mit 512 × 256 Grafikpunkten und 3 MHz CPU-Taktfrequenz aufbauen. Neben Änderungen in der Horizontalablenkung der Bildschirmsteuerung ist vor allen Dingen die $\overline{\text{RAS}}$/$\overline{\text{CAS}}$-Erzeugung den neuen Bedingungen anzupassen.

Sinnvoll können auch mehrere RAM-Bänke sein. Beispielsweise kann der Speicherbereich ab COOOH mit zwei 16-Kbyte-Speicherbänken hinterlegt werden, die mit zusätzlichen Lese-/Schreibauswahllogiken und Schieberegistern ergänzt, eine Farbgrafik erlauben.

2.4.4. Aufbauhinweise

Die Beachtung der folgenden Hinweise ist Voraussetzung für eine richtige Ansteuerung. RAM-Schaltkreise werden meist in großer Stückzahl eingesetzt. Die notwendigen Treiber und Multiplexer müssen alle Eingänge der Speicher-IS treiben können.

Statisch stellen RAMs keine nennenswerte Last dar. Die Eingangsströme liegen in der Größenordnung von etwa 10 µA. Problematischer sind schon die kapazitiven Lasten, die von den Treibern angesteuert werden müssen. Die Eingangskapazitäten der Adreß- und Steuerleitungen betragen höchstens 10 pF. In der Praxis liegt die durchschnittliche Eingangskapazität bei etwa 3,5 pF. Rechnet man aber mit 10 pF, so stellt eine 64-Kbyte-Speicherbaugruppe, bestehend aus 32 Stück 16-Kbit-RAMs, eine kapazitive Last von 320 pF je Adreßpin dar, da ja alle Adreßleitungen zusammengeschaltet sind (gleiches gilt natürlich dementsprechend für die Steuerleitungen WR, RAS, CAS). Hinzu kommt noch die Verdrahtungskapazität der Leiterbahnen. Auch wenn die durchschnittlichen Eingangskapazitäten der RAMs kleiner als 10 pF sind, so muß man trotzdem mit einer beachtlichen kapazitiven Belastung der Treiber rechnen. Diese Belastungen wirken sich negativ auf die Schaltzeiten aus, da die Treiberausgänge bei einem Pegelwechsel diese Kapazitäten umladen müssen. Besonders beim Einsatz von Low-Power-Schottky-Schaltkreisen kann es zu Problemen führen, denn sie weisen einen höheren Innenwiderstand als Standard-TTL-Schaltkreise auf. Zum Treiben von mehr als 16 RAM-Bausteinen sollte man deshalb Standard-TTL-Schaltkreise verwenden. Insbesondere gilt das für die Multiplexer.

Bei einem Pegelwechsel an den Treiberausgängen treten an den RAM-Eingängen positive und negative Spannungsspitzen auf. Dieses Überschwingen an den Impulsflanken wird hervorgerufen, weil die Treiberausgänge die Lastkapazitäten nur in endlicher Zeit umladen können. Die Spannungsspitzen verursachen eventuell Funktionsstörungen und in seltenen Fällen sogar Bauelementezerstörungen. Besonders kritisch sind Überschwinger auf den Steuerleitungen ($\overline{RAS}$, $\overline{CAS}$, $\overline{WR}$), da sie zu Veränderungen des Speicherinhaltes führen können. Fehler dieser Art sind schwer zu lokalisieren. Wichtig ist es deshalb, schon beim Schaltungsentwurf Vorsorge zu tragen. Das Überschwingen wird durch entsprechende Reihenwiderstände zumindest stark gedämpft. Die Widerstände sollen einen Wert zwischen 22 und 47 Ω haben (Extremwerte sind 10 und 100 Ω). In kritischen Fällen, bei Versuchsschaltungen und/oder Verdrahtungen in Wickeltechnik, muß man den Wert experimentell ermitteln. Zu kleine Werte bewirken eine möglicherweise zu geringe Dämpfung, zu große Werte hingegen verschleifen die Impulsflanken und verlangsamen damit die Speicherzyklen. Die Dämpfungswiderstände sollten möglichst nah an den Treiber- und Multiplexerausgängen angeordnet werden.

Ein weiteres Problem stellt die Spannungsversorgung der Treiber- und RAM-Schaltkreise dar. Leitungsinnenwiderstände und -induktivitäten der Versorgungsleitungen verursachen während der Speicherzyklen starke Einbrüche der Betriebsspannung. Deshalb müssen alle RAM-Bausteine, Multiplexer und Treiber ausreichend abgeblockt werden. Bild 2.29 zeigt die Verhältnisse auf den Versorgungsleitungen eines 64-Kbit-DRAMs. Zu erkennen sind Stromspitzen von bis zu 100 mA. Das bedeutet, daß bei byteweiser Ansteuerung Stromspitzen von bis zu 800 mA auftreten. Die Abblockkondensatoren müssen diese Spitzenströme liefern können. Am besten sind induktivitätsarme keramische Kondensatoren in der Größenordnung von 47 bis 100 nF geeignet. Da die Stromspitzen nur wenige Nanosekun-

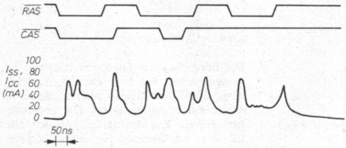


Bild 2.29
Stromspitzen auf den Versorgungsspannungsleitungen

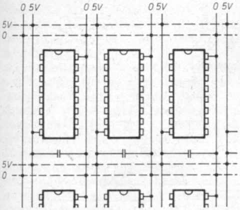


Bild 2.30
Schema der Zuführung der Versorgungsspannungen zu den RAM-Bausteinen

den dauern, bewirken Tantal- oder Elektrolytkondensatoren keine wirksame Verringerung der Störungen auf den Versorgungsleitungen.

Weiterhin trägt ein gutes Layout der Leiterplatte nicht unwesentlich zur Zuverlässigkeit der Speicherbaugruppe bei. Alle Versorgungsleitungen sollen kurz und dick sein. Bild 2.30 zeigt einen Layoutvorschlag für die Versorgungsspannungsführung zum 64-Kbit-RAM *U 2164*.

Wenn die bisher beschriebenen Baugruppen aufgebaut sind, ist die Funktionsprüfung möglich. Obwohl der Rechner mit dynamischen Speicherbausteinen arbeitet, läßt sich die Funktionsweise am besten mit einer einfachen Einzelschrittlogik testen (siehe auch [2]). Ebenfalls in [2] wurde ein unbedingt erforderlicher RAM-Test veröffentlicht. Am besten, man «brennt» ihn, entsprechend angepaßt, in den EPROM ein und startet ihn nach RESET.

2.5. Alphanumerische Tastatur

Die alphanumerische Tastatur ermöglicht den Dialog mit dem beschriebenen Mikrocomputer. Sie kann in 2 Varianten aufgebaut werden. Die einfachere Tastatur hat bis zu 64 Tasten, die komfortablere ist zusätzlich noch mit einem getrennten Ziffern- und Cursorblock ausgestattet. Im Gegensatz zu anderen denkbaren und üblichen Lösungen wird der jeweilige Tastaturcode hardwaremäßig erzeugt.

2.5.1. Schaltungsbeschreibung

Die Funktionsweise und der Aufbau der Schaltung entsprechen in ihren Grundzügen der schon in [2] veröffentlichten alphanumerischen Tastatur. Inzwischen wurden jedoch einige Verbesserungen eingearbeitet.

Die Tastatur besteht aus 2 Schaltungskomplexen: der eigentlichen Tastaturschaltung und dem Interface zum Systembus. Sie ist so konzipiert, daß beim Drücken einer Taste der entsprechende Tastaturcode, bei Anforderung durch die CPU, auf den Datenbus zur Verfügung gestellt wird. Dabei muß natürlich der Tastaturcode identisch mit dem im Computer verwendeten Zeichencode gemäß ISO-7-bit bzw. ASCII sein. Alle Tastaturcodes sind auf einem EPROM gespeichert. Die Tastaturschaltung sorgt nun dafür, daß beim Drücken einer Taste dem EPROM gerade die Adresse bereitgestellt wird, auf der der dazugehörige Zeichencode abgespeichert ist. Dieser Code wird über ein Kabel an die Interfaceschaltung geführt. Für die Meldung an das System über das Vorliegen eines gültigen Zeichens steht das Konsolstatussignal zur Verfügung.

2.5.1.1. Tastaturschaltung

Bild 2.31 verdeutlicht die Funktionsweise. Ein Taktgenerator ($f \approx 1{,}5$ kHz), bestehend aus dem Schmitt-Trigger D1.1 und einem *RC*-Glied, steuert den 4-bit-Binärzähler D2 an. Dessen Ausgänge werden zum einen dem Adreßlatch D5 zugeführt. Die Zählerzustände bilden damit nach Übernahme in den Latch die 4 niederwärtigen Adreßbits A0 bis A3 für den Tastatur-EPROM. Zum anderen steuert der Zähler den 1-aus-16-Decoder D3 an. Aus den Zählerzuständen wird mit Hilfe des Decoders das Spaltenauswahlsignal für die Kontaktmatrix der Tastatur gewonnen. Die Decoderausgänge werden durch die

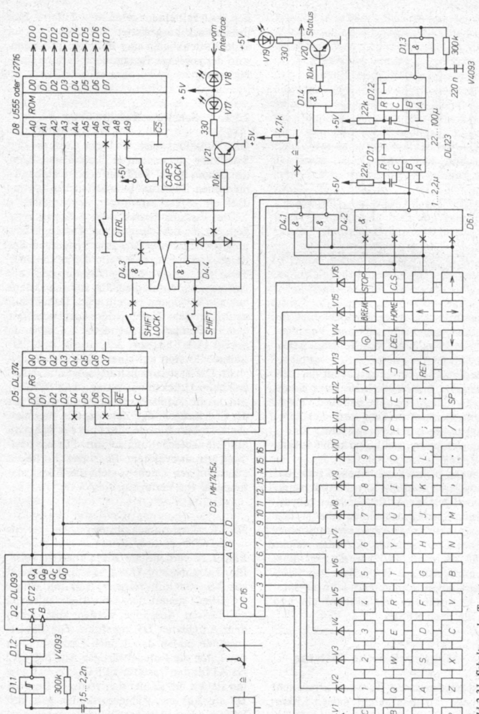


Bild 2.31 Schaltung der Tastatur

Dioden V1 bis V16 geschützt. Die Dioden verhindern das Zerstören von Ausgängen, wenn man mehrere Tasten gleichzeitig drückt.

Die Kontaktmatrix besteht aus 16 Spalten und 4 Zeilen. Daraus ergibt sich die maximale Tastenanzahl von 64. Die Matrix läßt sich leicht auf bis zu 128 Tasten erweitern. Dazu muß lediglich der Zählumfang des Spaltenzählers erhöht werden. Bild 2.32 zeigt die Erweiterung für zusätzliche 32 Tasten, was im allgemeinen ausreichen dürfte. Das Flip-Flop D9 erzeugt das neue Adreßbit A4 und schaltet zwischen den Decodern D3 und D10 um, während der Decoder D10 die Spaltensignale der jetzt größeren Matrix zur Verfügung stellt. Die Schaltung wurde für den Einsatz von kontaktschließenden Tastern (Mikroschalter oder Tasten mit Elastomerkontakten) ausgelegt. Wird eine Tastatur mit kontaktlosen Schaltern auf Basis von Hallelementen bevorzugt, dann muß man die Schaltungsänderungen nach Bild 2.33 und Bild 2.34 berücksichtigen. Sie machen sich erforderlich, weil nun die Spaltenauswahlsignale mit den Freigabeeingängen der Hallelemente verbunden werden müssen. Die Hallelemente *B 461 G* und *B 462 G* liefern an ihren Open-Collector-Ausgängen ein L-Signal, wenn auf sie ein Magnetfeld wirkt (also wenn die Taste gedrückt wird) und wenn der Freigabeeingang auf H-Potential liegt. Die Spaltensignale müssen demzufolge H-aktiv sein. Dazu gibt es 2 Möglichkeiten.

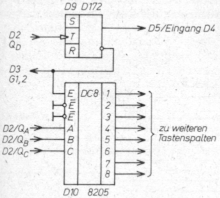


Bild 2.32
Zusätzlicher Decoder für vergrößerte Tastaturmatrix

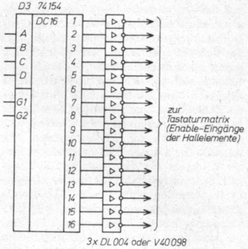


Bild 2.33
Schaltungserweiterung für den Einsatz von Hall-Tasten

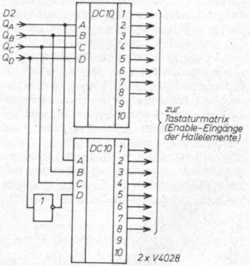


Bild 2.34
Schaltungsänderung für den Einsatz von Hall-Tasten

Entweder man schaltet hinter die Decoder D3 und D10 (im Bedarfsfall) Inverter (Bild 2.33), oder die TTL-Decoder werden durch die CMOS-Schaltkreise *V 4028* ersetzt (Bild 2.34). Halltasten mit den TESLA-IS *MH 3 SD 2* lassen sich nicht ohne weiteres einsetzen. Zusammengefaßt ist einzuschät-

zen, daß Halltasten in dieser Schaltung elektrisch keine bedeutenden Vorteile bringen. Doch zurück zur Schaltung nach Bild 2.31. Für den Fall, daß keine Taste gedrückt ist, liegen alle Zeilenpotentiale über den Widerständen *R*2 bis *R*5 auf H-Pegel. Beim Schließen eines Tastenkontakts wird (wenn der Zähler diese Spalte anwählt) über den jeweiligen Decoderausgang das Zeilenpotentional kurzzeitig auf L-Pegel gezogen. Am Ausgang des Gatters D6.1 entsteht ein kurzer H-Impuls, der das Monoflop D7.1 triggert. Es handelt sich bei D7 um ein retriggerbares Monoflop vom Typ *DL 123.* Dieses Monoflop bewirkt das Entprellen. Bild 2.35 veranschaulicht die Funktionsweise der Entprellschaltung. Wenn das Monoflop durch den ersten Zeilenimpuls in den aktiven Zustand kippt (Ausgang Q wird H), wird die Zeilen- und Spaltenadresse in den Latchschaltkreis D5 eingespeichert. Die Spaltenadresse ist der Wert des Zählers, die Zeilenadresse wird durch den Dezimal-Binärwandler, gebildet aus den Gattern D4.1 und D4.2, an Latch D5 gelegt. Solange das Monoflop Impulse innerhalb der Kippzeit erhält, bleibt sein Ausgang aktiv. Starke Kontaktprellungen machen sich durch den Ausfall eines oder mehrerer Impulse am Ausgang des Gatters D6.1 bemerkbar. Wie aus dem Impulsverlauf in Bild 2.35 zu ersehen ist, wird die Kipp- und damit Entprellzeit durch die *RC*-Beschaltung an D7.1 eingestellt. Dabei dürfen sich einerseits fehlende Zeilenimpulse nicht am Ausgang Q bemerkbar machen, und andererseits muß die maximal mögliche Eingabegeschwindigkeit der Tastatur auf einem bestimmten Wert gehalten werden. Eine Kippzeit von etwa 30 ms stellt einen guten Kompromiß dar. Das Signal am Ausgang Q des Schaltkreises D7.1 eignet sich nun schon als Statussignal der Tastatur. Denn es führt H-Pegel, wenn ein Tastendruck erkannt wurde und ein gültiger Code abgenommen werden kann.

Die vorgestellte Tastatur hat noch eine automatische Repeat-Einrichtung. Durch sie läßt sich eine sehr angenehme Bedienung der Tastatur erreichen, wenn man beispielsweise eine lange Zeile unterstreichen will. Realisiert wird die Repeat-Funktion durch die zweite Hälfte des Schaltkreises *DL 123* (D7.2) und die Gatter D1.3 und D1.4. Das Statussignal am Ausgang Q von D7.1 gelangt an den Monoflop D7.2. D7.2 wird mit der steigenden Flanke des Statussignals getriggert. Die Kippzeit dieses Monoflops beträgt etwa 0,5 s. Wenn eine Taste, länger als bei normaler Betätigung üblich, gedrückt wird (einstellbar am *RC*-Glied an D7.2), kippt das Monoflop zurück und gibt den Repeat-Generator frei. Der Generator, gebildet aus dem Schmitt-Trigger D1.3 und einer *RC*-Beschaltung, schwingt mit etwa 15 Hz. Diese Schwingung unterbricht nun das Statussignal mit Hilfe des Gatters D1.4. Nach Invertieren durch den Transistor V20 steht das fertige Konsolstatussignal an. Im Adreßlatch D5 werden die Spalte und die Zeile der erkannten Taste zwischengespeichert. Die Ausgänge von D5 sind mit den Eingängen des EPROMs D8 verbunden. D8 übernimmt die notwendigen Umcodierungen unter Berücksichtigung des Zustands einiger wichti-

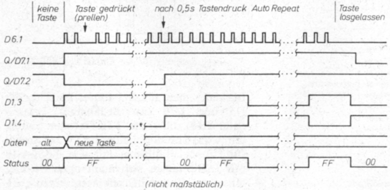


Bild 2.35
Impulsdiagramm der Tastatur

ger Sondertasten. Dazu gehören:

CTRL

Durch gleichzeitiges Drücken dieser Controltaste wird ein Steuerzeichen erzeugt. Beispiel: C und CTRL erzeugt den Code 03H.

SHIFT

Großbuchstabenschaltung.

SHIFT LOCK

Dauer-Großbuchstabenschaltung; Zurückschaltung durch SHIFT.

CAPS

Dauer-Großbuchstabenschaltung; die Ziffernreihe auf der Tastatur bleibt im Gegensatz zu SHIFT von der Umschaltung unbetroffen.

Die Zuordnung der EPROM-Adreßbereiche zu den Spalten und Zeilen der Matrix ist dem Stromlaufplan nach Bild 2.31 sowie der Tabelle 2.3 zu entnehmen. Die Tabelle 2.4 zeigt die Codes aller Tasten bzw. Zeichen in den verschiedenen Ebenen (SHIFT, CTRL usw.) entsprechend dem 7-bit bzw. ASCII-Code. Mit diesen Hilfsmitteln dürfte die Programmierung eines Tastatur-EPROMs keine Schwierigkeiten bereiten (siehe auch [2]). Prinzipiell lassen sich die Tasten in der Matrix beliebig anordnen. Es wird jedoch gefordert, daß auf der jeweiligen EPROM-Adresse auch der richtige Zeichencode abgespeichert ist. Als EPROM eignen sich die Schaltkreise *U555* oder *U2716*. Der *U2716* wird zwar nur zur Hälfte genutzt, benötigt aber zum Betrieb nur eine Spannung (5 V). Einige Schaltungsdetails wurden bisher noch nicht erwähnt. Ein RS-Flip-Flop, bestehend aus den beiden Gattern D4.3 und D4.4, realisiert die bei Tastaturen übliche Großbuchstabenumschaltung. Der Zustand SHIFT LOCK wird mit der Leuchtdiode V17 angezeigt. 2 weitere Leuchtdioden erleichtern das Arbeiten mit der Tastatur. Die LED V19 zeigt das Konsolstatussignal an. Das Signal repetiert, wenn die Diode V19 blinkt. Eine besonders wichtige Kontrollanzeige stellt V18 dar. Diese Diode leuchtet immer dann, wenn die CPU die Tastatur abfragt. Anders ausgedrückt ist der Computer eingabebereit, wenn die LED V18 leuchtet (meistens ist es ein schlechtes Zeichen, wenn diese Diode längere Zeit dunkel bleibt). Über ein Kabel wird die Tastaturelektronik mit dem Interface verbunden. Die folgenden Signale müssen übertragen werden:

- DA0...7 (die 8 Datenleitungen des EPROMs),
- STATUS (das Konsolstatussignal),
- Steuerleitung für V18,
- Betriebsspannungen +5 V, +12 V, −5 V (die letzten beiden nur bei Verwendung des EPROMs *U555*).

Tabelle 2.3.
Zuordnung der Tastenzeilen zur ROM-Adresse

Zeile der Kontaktmatrix	Adreßbereich des EPROM (A0 bis A6)
0	00 bis 1F
1	20 bis 3F
3	40 bis 5F
4	60 bis 7F

2.5.1.2. Interface

Die Interfaceschaltung verbindet die Tastatur mit dem Systembus des Computers. In [2] übernahm der Tastatur-EPROM zusätzlich diese Aufgabe. Um die Gebrauchswerteigenschaften der Tastatur zu erhöhen, wurde eine neue Schaltungsvariante geschaffen (Bild 2.36). Sie ist denkbar einfach. 2 Multiplexer mit Tri-State-Verhalten sind der Kern der Schaltung. Bei einem Zugriff durch die CPU werden die Ausgangstreiber der Multiplexer aktiviert. Die Enable-Eingänge der Schaltkreise sind mit dem zentralen I/O-Decoder verbunden. Dieses I/O-Select-Signal wird zusätzlich einem Monoflop *(DL 000)* zugeführt. Dessen Ausgangsimpulse lassen die Diode V18 der Tastatur aufleuchten. Das Monoflop soll die Zugriffsimpulse verlängern, da sonst die Leuchtdiode nur dunkel glimmen würde. Die CPU kann, gesteuert über die Adreßleitung AB0 des Systembusses, sowohl den Tastencode als auch den Konsolstatus der Tastatur lesen. AB0 ist mit den Select-Eingängen der Multiplexer verbunden. Wie die Daten und das Konsolstatussignal an die Multiplexer gelegt werden, verdeutlicht Bild 2.36. Als Besonderheit fällt auf, daß das Konsolstatussignal auf alle B-Eingänge gelegt wurde. Diese Schaltungsvariante vereinfacht die softwarenmäßige

Abfrage der Tastatur.
Die Adressen des Interface sind:
Tastaturdaten 08H und
Tastaturstatus 09H.
Wird das Statusport angesprochen, so liest man das byte 00 (keine Taste gedrückt) oder das byte FFH (Taste gedrückt).

Die verwendete vereinfachte Portselektion macht es notwendig, besonders darauf hinzuweisen, daß CPU-Ausgabebefehle (also

Tabelle 2.4. Codes aller Tasten bzw. Zeichen in den verschiedenen Ebenen

Taste		mit SHIFT		mit CTRL/Cursorblock	
20	SPACE	20	SPACE	20	SPACE
30	0	5F	_	10	DLE
31	1	21	!	11	DC1
32	2	22	"	12	DC2
33	3	23	#	13	DC3
34	4	24	$	14	DC4
35	5	25	%	15	NAK≙Cursor rechts
36	6	26	&	16	SYN
37	7	27	'	17	ETB
38	8	28	(	18	CAN
39	9	29	)	19	EM
3A	:	2A	*	1A	SUB≙Cursor hoch
3B	;	2B	+	1B	ESC
2C	,	3C	<	1C	FS
2D	-	3D	=	1D	GS
2E	.	3E	>	1E	RS
2F	/	3F	?	1F	US
40	@§	60	`	00	NUL
61	a	41	A	01	SOH≙Home
62	b	42	B	02	STX
63	c	43	C	03	ETX≙Break
64	d	44	D	04	EOT
65	e	45	E	05	ENQ
66	f	46	F	06	ACK
67	g	47	G	07	BEL
68	h	48	H	08	BS≙Cursor links
69	i	49	I	09	HT≙Tab
6A	j	4A	J	0A	LF≙Cursor tief
6B	k	4B	K	0B	VT
6C	l	4C	L	0C	FF≙Cls
6D	m	4D	M	0D	CR≙Return
6E	n	4E	N	0E	SO
6F	o	4F	O	0F	SI
70	p	50	P	10	DLE
71	q	51	Q	11	DC1
72	r	52	R	12	DC2
73	s	53	S	13	DC3≙Stop
74	t	54	T	14	DC4
75	u	55	U	15	NAK≙Cursor rechts
76	v	56	V	16	SYN
77	w	57	W	17	ETB
78	x	58	X	18	CAN
79	y	59	Y	19	EM
7A	z	5A	Z	1A	SUB≙Cursor hoch
7B	{ä	5B	[Ä	1B	ESC
7C	|ö	5C	\Ö	1C	FS
7D	}ü	5D	]Ü	1D	GS
7E	~ß	5E	^	1E	RS
7F	DEL	7F	DEL	7F	DEL

Die Codes 40, 7B bis 7E (5B bis 5D) sind für deutsche und ASCII-Belegung angegeben.

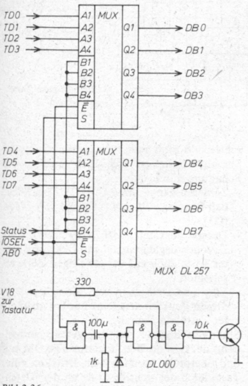


Bild 2.36
Anschluß der Tastatur an den Systembus

OUT-Befehle), die die Tastaturadressen ansprechen, verboten sind. Sie können den CPU-Baustein zerstören. Das betrifft aufgrund der unvollständigen Decodierung auch die Adressen 0AH und 0BH. Wenn dieser Hinweis beachtet wird, macht sich die Schaltungsvereinfachung in keiner Weise nachteilig bemerkbar.

2.5.2. Aufbau und Inbetriebnahme

Das größte Problem für den Amateur dürfte der Aufbau der eigentlichen Tastaturmatrix darstellen. Am besten ist natürlich eine industriell hergestellte Tastatur geeignet. Gelegentlich werden Tastaturen (z. B. von elektronischen Schreibmaschinen) im Amateurbedarfshandel angeboten. Sie haben vor allen Dingen den Vorteil, daß sie ergonomisch günstig aufgebaut und außerdem mechanisch stabil sind. 2 gewichtige Gründe, die man auch beim Selbstbau beachten muß. Industrielle Tastaturen (speziell Schreibmaschinentastaturen) verfügen jedoch oft nicht über die vielen notwendigen Sondertasten und zwingen deshalb meist zum «Anstricken». Speziell betrifft das die Cursor-Steuertasten und die RETURN-Taste. Gerade die RETURN-Taste ist besonders wichtig, da sie alle Eingaben abschließt. Weil diese Taste zentrale Bedeutung hat, muß sie etwas größer und günstig angeordnet sein. Auch auf die nachfolgenden weiteren wichtigen Tasten sollte man keinesfalls verzichten.

Cursortasten, ohne sie kann der Computer kaum bedient werden.

ESC, Escape ermöglicht das Umschalten in vielen Programmen (Monitor, Basic usw.).

CTRL, Control gestattet die Eingabe von speziellen Steuerzeichen (z. B. in Basic zur Programmunterbrechung).

DEL, Delete löscht das zuletzt eingegebene Zeichen.

Diese Hinweise gelten insbesondere beim Einsatz von industriellen Tastaturen. Sie sollten aber auch beim völligen Selbstbau berücksichtigt werden. Steht keine Fertigtastatur zur Verfügung, so fällt der Auswahl geeigneter Kontaktelemente eine besondere Bedeutung zu. Als Taster eignen sich beispielsweise Mikrotaster mit Bedienkappe des VEB Elektroschaltgerätewerk Auerbach. Diese Tasten lassen sich gut aneinanderreihen. Bei einigen mit diesen Schaltern aufgebauten Tastaturen wurden die Plasteinsätze aus den Bedienkappen entfernt und lackierte Schilder in die entstehenden Vertiefungen geklebt. Einige so realisierte Tastaturen arbeiten schon seit einigen Jahren zuverlässig. Nachteilig an dieser Variante ist der zu geringe Hub der Tasten und das etwas laute Schreibgeräusch. Halltasten sind zwar recht hoch, so daß keine ausgesprochen flache Tastatur aufgebaut werden kann, haben aber sehr angenehme Drückeigenschaften. Hinweise zum Einsatz wurden bereits weiter oben gegeben. Eine flache Tastatur mit guten Schreibeigenschaften läßt sich mit Kontaktbauelementen auf Elastomerbasis (TSE) realisieren. Unabhängig davon, welche Taster der Amateur verwendet, sollte auf eine bediengerechte Anordnung, wie sie Bild 2.37

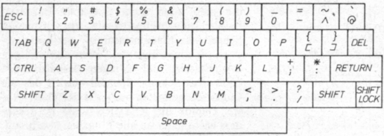


Bild 2.37
Beispiel einer Tastenanordnung

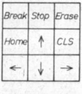


Bild 2.38
Beispiel einer günstigen Anordnung der Cursortasten

zeigt, geachtet werden. Eine vorteilhafte Placierung der Cursortasten ist in Bild 2.38 zu sehen. Voraussetzung für gute Schreibeigenschaften und deshalb wichtig ist der Versatz der einzelnen Tastenreihen und der Abstand zwischen den einzelnen Tasten. Besonders große Sorgfalt erfordert die mechanische Konstruktion und der Bau der Leertaste. Sie sollte möglichst groß sein. Damit die Leertaste sich nicht beim Drücken verkantet und/oder verklemmt, ist eine geeignete Führung notwendig.

Um die Montage der vielen Einzeltasten zu erleichtern, ist es günstig, Streifen aus dünnem Blech oder Hartpapier zwischen den einzelnen Tastenreihen einzubauen. Diese Streifen verbessern die horizontale Ausrichtung der Tastenreihen.

Die vielen Forderungen an eine gute Tastatur schließen den Einsatz von Elastomermatten, wie sie in Taschenrechnern verwendet werden, von vornherein aus. Ebenso, wie bei den gleichfalls bedenklichen Sensortasten, bereitet das Herstellen geeigneter und zuverlässiger Kontaktflächen (Veredelung) dem Amateur meist große Schwierigkeiten.

Der elektrische Aufbau ist weit unproblematischer. Zur Inbetriebnahme – vorerst ohne EPROM-Bestückung – wird zunächst die Taktfrequenz am Ausgang des Gatters D1.2 mit einem Oszilloskop kontrolliert. Anschließend führt man eine oszillographische Signalkontrolle an folgenden Stellen der Schaltung durch:

- Zählerausgänge *DL 093* (D2) einschließlich Eingänge *DL 374* (D5) und *MH 74154* (D3).
- Decoderausgänge *MH 74154* (D3). Das Decoderausgangssignal muß bei gedrückter Taste auch auf der jeweiligen Zeile erscheinen.
- Ein- und Ausgänge der Monoflops. An diesen Punkten erscheint nur bei gedrückter Taste ein Signal.

Sind alle Signale ordnungsgemäß vorhanden, steckt man den Tastatur-EPROM auf und überprüft, ob nach dem Drücken einer Taste auch der richtige Code an den Datenausgängen des EPROMs anliegt. Gemäß ISO-7-bit bzw. ASCII (siehe Tabelle 2.4.) muß sich z. B. für den Buchstaben a der Code 61H ergeben, wenn nicht gleichzeitig die Taste CTRL oder SHIFT gedrückt ist (bzw. SHIFT LOCK und/oder CAPS nicht vorher eingeschaltet wurde). Als praktisches Hilfsmittel für diese Kontrolle erweisen sich 8 Leuchtdioden mit entsprechenden Treibertransistoren. Notfalls erfüllt auch ein einfacher Vielfachmesser den gewünschten Zweck. In dieser Art lassen sich alle Tastenfunktionen und -codes kontrollieren. Das Zusammenspiel zwischen den einzelnen Schaltungskomponenten Tastatur und Interface läßt sich dann nach Inbetriebnahme der Betriebssoftware prüfen.

2.5.3. Tastatur mit serieller Schnittstelle

Amateure, denen die Anzahl der Verbindungsleitungen von der eigentlichen Tastatur zum Businterface zu groß ist, können

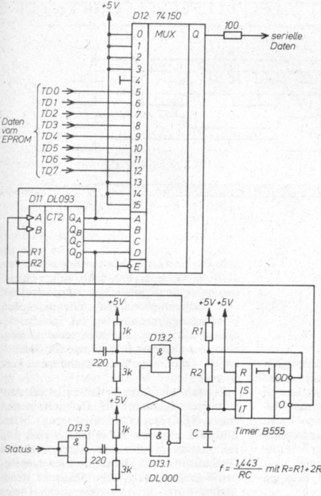


Bild 2.39
Anschlußsteuerung für die serielle Verbindung zum Computer

die Tastatur auch mit einer seriellen Schnittstelle ausrüsten. Die dafür notwendige Schaltung verursacht nur geringen Aufwand (Bild 2.39). Ein Flip-Flop, aufgebaut aus 2 Gattern, steuert den Serialisierungsvorgang. Wenn das Statussignal aktiv wird, kippt das Flip-Flop und gibt den Zähler D11 frei. Die Zählerausgänge sind mit den Adreßeingängen des Multiplexers D12 verbunden. Es handelt sich um den 16-auf-1-Multiplexer *MH 74150* (es können auch 2 Schaltkreise von Typ *DL 251* verwendet werden). An den Eingängen des Multiplexers liegen die vom EPROM kommenden Daten sowie die Start- und Stopbits. Nachdem alle bits gesendet wurden, kippt das Flip-Flop wieder in seine Ausgangslage zurück und sperrt den Zähler durch Aktivieren der Resetleitung. Die Serialisierung ist als Impulsdiagramm in Bild 2.40 dargestellt.

Der Timer *B 555* erzeugt den Sendetakt. Als Empfänger wirkt auf der Computerseite ein Kanal der SIO. Wie das konkret aussehen kann, wird in Abschnitt 2.7.2. noch erläutert.

Zur Verbindung der Tastatur mit dem Rechner werden nun nur noch sehr wenige Leitungen benötigt:
- eine Datenleitung,
- Betriebsspannung,
- gemeinsame Masse,
- eventuell Steuerleitung für V18.

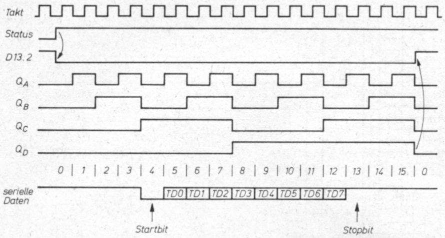


Bild 2.40
Impulsdiagramm zur Anschlußsteuerung nach Bild 2.39

2.6. Kassetteninterface

Als externen Daten- und Programmspeicher setzt der Amateur vorwiegend Magnetbänder ein. Im folgenden wird ein einfaches Kassetteninterface beschrieben, welches die Aufzeichnung und die Wiedergabe von Daten und Programmen mit einem handelsüblichen Kassettenrecorder ermöglicht. Mit diesem Interface verfügt der Computer über einen zuverlässigen und billigen externen Massenspeicher.

2.6.1. Aufzeichnungsverfahren

Ein Magnetbandgerät hat, über Band gemessen, näherungsweise eine Bandpaßcharakteristik. Gleichspannungen, die bei der Aufzeichnung langer Folgen von L- oder H-bits auftreten würden, lassen sich nicht aufzeichnen. Digitale Daten können mit einem Audio-Kassettengerät nur dann aufgezeichnet werden, wenn sie mediengemäß codiert sind. Das Codierungsverfahren sollte dabei den Übertragungseigenschaften des Speichermediums, also dem Kassettenrecorder, möglichst gut angepaßt sein. Einige Möglichkeiten der Codierung werden nachfolgend kurz aufgezeigt.

Ein sehr einfaches Verfahren ist die Amplitudenmodulation. Die Datenbits tasten einen NF-Träger von meist etwa 2 kHz. Bild 2.41 zeigt das modulierte Signal. Die Information gewinnt man durch einfaches Gleichrichten und Sieben des wiedergegebenen Signals zurück. Eine praktische Realisierung wurde in [1] veröffentlicht. Dieses Verfahren hat 2 entscheidende Nachteile. Besonders ungünstig ist die geringe Datenübertragungsrate von (meist) nur 110 baud (110 bit/s). Die Aufzeichnung eines Blocks von 1 Kbyte Länge dauert etwa 1 Minute und 42 Sekunden. Es ist leicht einzusehen, daß die Aufzeichnung und Wiedergabe des weiter hinten beschriebenen BASIC-Interpreters unakzeptabel lange dauern würde.

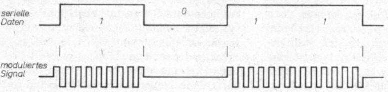


Bild 2.41
Aufzeichnung mit Amplitudenmodulation

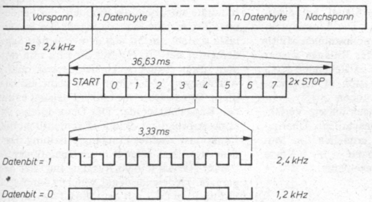


Bild 2.42
Aufzeichnung nach dem Kansas-City-Verfahren

Weiterhin können Amplitudenschwankungen oder ein falsch eingestellter Pegel bei der Wiedergabe zu Lesefehlern führen. Diese Nachteile lassen das Laden von langen Programmen oder Daten mitunter zur Qual werden.

Auch die Frequenzmodulation ist zum Codieren geeignet. Ein Beispiel dafür ist das vielfach verwendete Modulationsverfahren nach dem Kansas-City-Standard (Bild 2.42). Ein L-bit besteht aus 4 Schwingungen (1,2 kHz), ein H-bit aus 8 (2,4 kHz). Moduliert wird mit einem Multiplexer, dem die beiden Frequenzen (1,2 und 2,4 kHz) zugeführt werden. Das zu übertragende Datenbit wählt die entsprechende Frequenz aus, indem es die Auswahlleitung des Multiplexers steuert. Zur Demodulation benutzt man einen Impulsbreitendiskriminator. Der Kansas-City-Standard ermöglicht eine recht sichere Datenaufzeichnung. Allerdings beträgt die Übertragungsgeschwindigkeit nur 300 baud, so daß auch dieses Modulationsverfahren für die Aufzeichnung großer Datenmengen ebenfalls nicht geeignet ist. Das Speichern eines 1-Kbyte-Blocks auf Magnetband dauert etwa 38 s.

Weitaus höhere Datendichten erreicht man mit den verschiedenen PCM-Verfahren, die auch in der EDV-Technik verwendet werden. Das benutzte Kassetteninterface arbeitet mit Phase-Encoding (Richtungstaktschritt). Bild 2.43 zeigt den Code sowie die Modulation und Demodulation. Eine Exclusiv-Oder-Verknüpfung von Takt (1) und Daten (2) bewirkt die Modulation. Die Impuls-

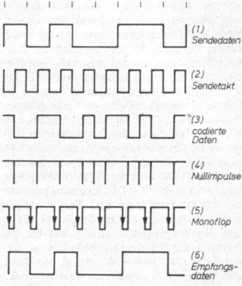


Bild 2.43
Aufzeichnung nach dem Phase-Encoding-Verfahren

folge (3) enthält die codierten Daten: Ein H-bit wird durch einen H/L-Sprung und ein L-bit durch einen L/H-Sprung in der Mitte des bits gekennzeichnet. Bei aufeinanderfolgenden gleichen bits entstehen redundante Flußwechsel, die bei der Rückgewinnung der Information von den eigentlichen Flußwechseln unterschieden werden müssen. Das wird durch die Aufzeichnung von Synchronzeichen am Beginn eines Datenblocks erreicht. Bei der Wiedergabe gelangt das vom Kasset-

tenrecorder kommende Signal an einen Nulldurchgangsdetektor. Die Nulldurchgänge (4) triggern einen monostabilen Multivibrator, der nach 3/4 der Bitlänge wieder zurückkippt (5). Mit der entstehenden H/L-Flanke wird die Information in das Empfangsschieberegister geschoben.

Mit einem Interface nach diesem Verfahren kann man recht beachtliche Übertragungsgeschwindigkeiten erreichen. Im Mustergerät sind es 2880 baud, d. h., 1 Kbyte werden in nur 3,5 s aufgezeichnet.

2.6.2. Schaltungbeschreibung

Mit der Schaltung lassen sich unterschiedliche Übertragungsgeschwindigkeiten (Baudraten) realisieren. Damit kann das Interface an die Eigenschaften des verwendeten Kassettenrecorders optimal angepaßt werden. Der etwas höhere Bauelementeaufwand, im Vergleich zu anderen denkbaren Schaltungslösungen, bringt neben der einstellbaren Baudrate noch den zusätzlichen Vorteil, daß man das Interface ohne komplizierten Abgleich in Betrieb nehmen kann. Bild 2.44 zeigt die Schaltung. Zentrale Bausteine sind die SIO *U 856* und der CTC *U 857* (siehe auch Abschnitt 2.7.). Das Kassetteninterface benutzt das Port A der SIO. Port A hat getrennte Eingänge für den Sendetakt (TxC) und den Empfangstakt (RxC), was für die Funktion der Schaltung erforderlich ist. Kanal 2 des CTC-Bausteins erzeugt den Takt. Das Gatter D1.1 arbeitet als Takttreiber für den Takt T.

Der Modulator ist sehr einfach aufgebaut. Er besteht aus dem Zähler D2 und einem Exklusiv-Oder D1.2. Der Zähler D2 teilt den Takt T durch 8. Er erzeugt den notwendigen symmetrischen Modulationstakt, der entsprechend Bild 2.43 erforderlich ist (man muß bedenken, daß der CTC-Baustein an seinen Ausgängen nur stark unsymmetrische Nulldurchgangsimpulse liefert). Dazu würde an sich ein einfaches Flip-Flop genügen. Die Teilung durch 8 bewirkt lediglich die Angleichung von Empfangs- und Sendetakt. Damit spart man einen CTC-Kanal ein. An QC des Zählers wird der Sendetakt TxCA abgenommen und dem SIO-Baustein zugeführt. Die Baudrate entspricht der Frequenz des Sendetakts TxCA. Jede fallende Flanke des Sendetakts schiebt ein bit aus dem internen Senderegister der SIO. Dieses bit wird nun mit dem Takt TxCA exklusiv-oder-verknüpft. Am Ausgang von Gatter D1.2 steht das codierte Signal. Über *R*1 und *R*2 gelangt es an den Kassettenrecorder. Der Demodulator ist etwas aufwendiger. Bild 2.45 verdeutlicht die Funktionsweise der Empfangsschaltung. Das Eingangssignal gelangt zum Operationsverstärker N1. An seinem Ausgang liegt das begrenzte Wiedergabesignal, welches durch das D-Flip-Flop D4.1 mit dem Takt T synchronisiert wird. Diese Synchronisationsschaltung verringert den Einfluß von Bandjitter und Störimpulsen auf die Demodulation und erhöht damit die Übertragungssicherheit. Die synchronisierten Daten werden über das Exclusiv-Oder D1.4 dem Eingang RxDA der SIO zugeführt. Mit dem Schalter S1 wird die Phasenlage der Daten an RxDA festgelegt. Die Stellung des Schalters ist abhängig vom verwendeten Kassettenrecorder. Bei falscher Phasenlage werden invertierte Daten gelesen. Die Stellung des Schalters muß man bei der Inbetriebnahme durch Versuch ermitteln. Den Empfangstakt RxCA erzeugen die Schaltungselemente D1.3, D4.2 und D3. Der Zähler D3 und das D-Flip D4.1 bilden einen monostabilen Multivibrator. Das Exklusiv-Oder-Gatter D1.3 erzeugt bei jedem Nulldurchgang des Eingangssignals einen kurzen L-Impuls, welcher das Monoflop triggert. An Hand von Bild 2.46 soll die Funktionsweise erläutert werden. Ausgehend von der Ruhestellung des Monoflop sei am Ausgang Q des Flip-Flop D4.2 L-Pegel. Dieser Ausgang ist mit dem Ladeeingang des Zählers D3 verbunden. Der an den Dateneingängen (mit den DIL-Schaltern S2 bis S5) vorgewählte Wert wird in den Zähler übernommen. Der von D1.3 erzeugte Nulldurchgangsimpuls setzt das Flip-Flop D4.2, der Ausgang Q wird H. Damit ist der Zähler freigegeben. Er beginnt mit dem nächsten Taktimpuls T rückwärts zu zählen. Bei Erreichen des Zählerstands «Q» entsteht ein Übertragsimpuls, der das D-Flip-Flop triggert, das nun zurückkippt. Somit ist die Ausgangsstellung (Q = L) wieder erreicht. Am Ausgang Q des Flip-Flop liegt die schon in Bild 2.43 darge-

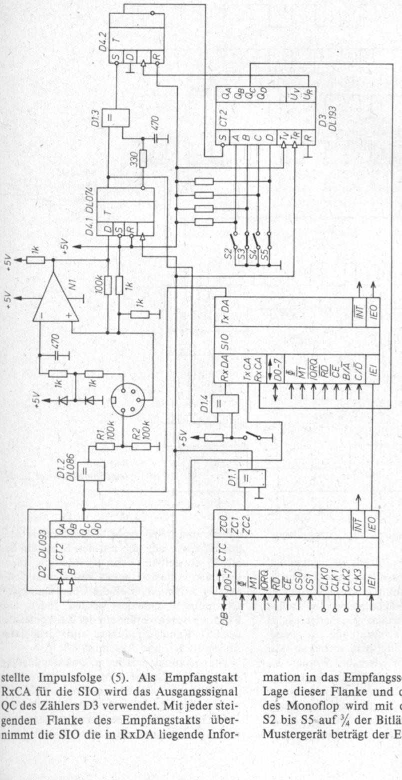


Bild 2.44 Schaltung des Kassetteninterface

stellte Impulsfolge (5). Als Empfangstakt RxCA für die SIO wird das Ausgangssignal QC des Zählers D3 verwendet. Mit jeder steigenden Flanke des Empfangstakts übernimmt die SIO die in RxDA liegende Information in das Empfangsschieberegister. Die Lage dieser Flanke und damit die Kippzeit des Monoflop wird mit den DIL-Schaltern S2 bis S5 auf $\frac{3}{4}$ der Bitlänge eingestellt. Im Mustergerät beträgt der Einstellwert 5.

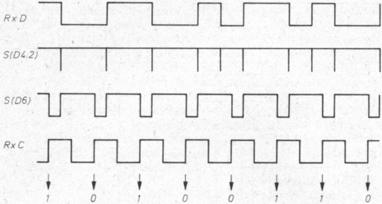


Bild 2.45
Impulsdiagramm des Demodulators

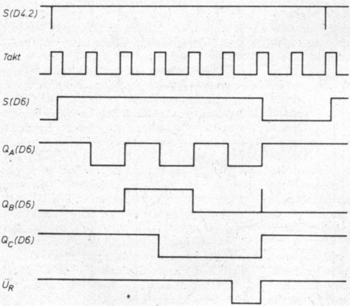


Bild 2.46
Impulsdiagramm des Monoflop

2.6.3. Inbetriebnahme und Anwendung

Die Inbetriebnahme ist mit der später beschriebenen Betriebssoftware nicht schwierig. Es wird am besten mit SAVE ein kurzer Datenblock mit Vollaussteuerung (selbst eine leichte Übersteuerung schadet nicht) aufgezeichnet. Eine eventuelle Aussteuerungsautomatik schaltet man vorher ab. Mit LOAD erfolgt die Wiedergabe. Werden die Daten nicht gelesen, so ist die Phasenlage des Eingangssignals mit dem Schalter S1 zu ändern. Dann müßte der aufgezeichnete Block wieder geladen werden. Lesefehler erfordern ein Überprüfen der Pegel bei Aufnahme und Wiedergabe. Der optimale Abtastzeitpunkt läßt sich mit den Schaltern S2 bis S5 einstellen. Wenn erforderlich, kann man den Abtastzeitpunkt korrigieren. Sollwert ist 5. Notfalls muß die Übertragungsgeschwindigkeit reduziert werden, indem die Baudrate durch Verändern der Zeitkonstante des CTC-Kanals 2 reduziert wird. Siehe dazu Abschnitt 2.7. und Abschnitt 2.8.

Die maximal erzielbare Übertragungsgeschwindigkeit hängt vom verwendeten Magnetbandgerät ab. Einfache Mono-Kassettenrecorder eignen sich oft besser, als gute HiFi-Geräte. HiFi-Tapedecks erreichen ihre guten Übertragungseigenschaften unter an-

derem durch stark gegengekoppelte Verstärkerstufen. Gerade dieser Umstand ist beim gewählten Phase-Encoding nicht unbedingt vorteilhaft. Das vom Autor realisierte Interface wird mit dem Kassettenrecorder *Geracord GC-6020 portable* betrieben. Er verfügt über eine relativ genau arbeitende Bandzähluhr, mit der sich Datenaufzeichnungen schnell auffinden lassen. Auch andere Geräte wurden mit Erfolg mit diesem Interface betrieben.

Die Übertragungsrate sollte nicht wesentlich kleiner als 1200 baud sein. Die im Mustergerät gewählte Baudrate von 2880 baud stellt einen guten Kompromiß zwischen möglichst geringer Fehlerzahl und hoher Geschwindigkeit dar (1 Kbyte wird in 3,5 s aufgezeichnet). Allerdings ist hochwertiges Bandmaterial die Voraussetzung für die erreichten Werte. Gute Eigenschaften haben die Chromdioxid-Kassetten *K60.* 90-Minuten-Kassetten sind wenig geeignet. Sie sind auf Grund ihrer Länge recht unpraktisch (lange Suchzeiten). Die Anzahl der Lesefehler war beim Einsatz von hochwertigem Bandmaterial immer sehr gering. Treten bei der Wiedergabe dennoch Lesefehler auf, so sorgt die vorhandene Software für eine selbständige Fehlerkorrektur. Somit steht ein zuverlässiger, schneller und billiger Massenspeicher zur Verfügung.

2.6.4. Aufzeichnungsformate

Bisher wurden vor allen Dingen die Hardwareaspekte der Aufzeichnung von Daten auf Audiokassetten erörtert. Einen wesentlichen Beitrag zur sicheren Datenspeicherung auf Magnetband leistet die notwendige Betriebssoftware. Die Software wird in Abschnitt 2.8. beschrieben. Vorausgreifend sollen hier jedoch schon einige Ausführungen zu den verwendeten Aufzeichnungsverfahren gemacht werden.

Es wird grundsätzlich asynchron aufgezeichnet. Das verwendete asynchrone Datenformat zeigt Bild 2.47. Das Datenbyte wird von einem Start- und einem Stopbit eingeschlossen. Auf das Paritätsbit wurde verzichtet. Selbstverständlich sind auch synchrone Übertragungen möglich. Sie bringen hier

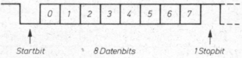


Bild 2.47
Verwendetes asynchrones Datenformat

aber keine bedeutenden Vorteile. Mehr über andere Übertragungsarten kann man in Abschnitt 2.2. nachlesen. Das selbständige Korrigieren eventuell auftretender Lesefehler wird durch eine geeignete Formatierung der Daten ermöglicht. Bild 2.48 verdeutlicht, daß die aufzuzeichnenden Daten in einzelne Blöcke zu je 128 byte (oder weniger, falls die Anzahl der zu übertragenden bytes kleiner 128 ist) aufgeteilt werden. Ein Datenblock beginnt mit 6 Synchronzeichen (FFH). Es folgt das ASCII-Steuerzeichen GS (group separator = Gruppentrennung, Code 1DH), das den Beginn eines Datenblocks kennzeichnet. Das nächste byte enthält die Anzahl n der nun folgenden Datenbytes. Nach der Übertragung der n Datenbytes wird ein Prüfsummenbyte gesendet. Dieses byte ist das Zweierkomplement der Summe aller n Datenbytes einschließlich n. Ein Prüfsummenbyte hat sich als ausreichend erwiesen.

Zu Beginn jeder Datei wird ein Block aufgezeichnet, der alle wichtigen Datenparameter enthält. Diesen Block nennt man Kopf. Er beginnt mit 20 Synchronzeichen (FFH). NL (1EH) kennzeichnet den Beginn der Aufzeichnung, wird also nur vor Beginn der Datei 1 (Bild 2.48) gesendet. Die Kennung des Kopfs ist das ASCII-Zeichen SOH (start of heading = Anfang des Kopfs, Code O1H). Die nächsten 8 Zeichen enthalten den Dateinamen. Die weiteren Dateiparameter sind:

TT Dateityp (maximal 2 Zeichen), z. B.
- P Maschinenprogramme mit Autostart
- BA BASIC-Programm im ASCII-Format
- BI BASIC-Programm im interpreterinternen Format
- A Textdatei

AA Anfangsadresse (2 byte)
EE Endadresse (2 byte)
SS Startadresse für Autostart (2 byte)
TF Textfeld (16 Zeichen)

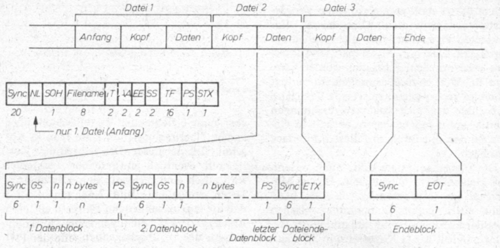


Bild 2.48
Verwendetes Datenformat für Kassettenaufzeichnung

Im Textfeld können beispielsweise das Erstellungsdatum oder der Bearbeitungszustand der Datei eingetragen werden. Anschließend folgt die Prüfsumme des Kopfes. Die Prüfsumme ist das Zweierkomplement der Summe der 32 bytes des Kopfes (beginnend mit dem Filenamen). Schließlich beendet das Steuerzeichen STX (start of text = Anfang des Textes, Code 02H) den Kopfblock, zugleich zeigt STX (wie der Name schon sagt) den Beginn der eigentlichen Datenblöcke an. Sind alle Datenblöcke übertragen, beendet ein kurzer Block die Datei. Dieser Dateiendeblock besteht aus 6 Synchronzeichen (FFH) und ETX (end of text = Ende des Textes, Code 03H). Die gesamte Datei wird noch zweimal übertragen. Die Aufzeichnung endet mit dem Endeblock, der aus 6 Synchronzeichen (FFH) und dem ASCII-Zeichen EOT (end of transmission = Ende der Übertragung, Code 04H) besteht.

Das eben beschriebene Dateiformat wird vom Monitorprogramm erzeugt.

Reine ASCII-Dateien werden anders aufgezeichnet. Der Kopf ist wie oben beschrieben aufgebaut. Allerdings haben die Fileparameter AA, EE und SS keine Bedeutung und sind zu 0 gesetzt. Jeder Datenblock beginnt mit Synchronzeichen (0FFH). Es folgen beliebige ASCII-Zeichen. Das Ende der Zeichenkette ist CR (carriage return, Code 0DH) und/oder LF (line feed, Code 0AH). CR/LF schließt immer eine Zeile und damit einen Datenblock ab. Die ASCII-Aufzeichnung wird also immer zeilenweise durchgeführt. Es liegt in der Natur der Dinge, daß eine 3malige Speicherung der Datei dabei oft nicht möglich und deshalb nicht vorgesehen ist.

Nicht nur die Hardware, sondern auch die Software wird für die Wiedergabe umfangreicher. Sie und die Aufnahmesoftware wurden als Assemblerlisting bereits in [2] veröffentlicht. Die Programme für SAVE und LOAD dieses Computers sind im Detail etwas modifiziert worden, trotzdem kann aber am Listing in [2] die Funktionsweise studiert werden.

Eine Datei wird eingelesen, wenn der auf Band abgespeicherte Dateiname mit dem eingegebenen Filename übereinstimmt. Dabei sind alle 8 Zeichen des Filenamens signifikant. Bei der Wiedergabe werden die einzelnen Datenblöcke mitgezählt. Traten keine Lesefehler auf, so ist nach Erreichen des Dateiendeblocks (ETX) die Wiedergabe beendet. Lagen jedoch Lesefehler vor, so wird die nächste Datei gelesen, und nur die beim ersten Laden fehlerhaften und «gemerkten» Datenblöcke werden neu geladen. Das Einlesen steuert man über einige vom LOAD-Programm verwaltete Flags. Bei mangelhaftem Bandmaterial oder mechanischen

Fehlern des Kassettenrecorders kann die Anzahl der Lesefehler so groß werden, daß eine Korrektur durch Nachladen der fehlerhaften Datenblöcke nicht mehr möglich ist. In diesem Fall wird keine Korrektur versucht, sondern die Datei neu geladen. Da jede Datei automatisch 3mal aufgezeichnet wurde, ist in der Regel (auch bei weiteren Lesefehlern) das Laden (und Korrigieren) des Files möglich. Nur in ganz seltenen Fällen wird beim Lesen der EOT-Block erreicht, dann war keine fehlerfreie Wiedergabe möglich. Oft kann eine solche Aufzeichnung nach mehreren Versuchen doch noch geladen werden. Dann sollte man nicht vergessen, diese Datei noch einmal neu aufzuzeichnen.

2.7. Ein- und Ausgabebaugruppe

Bisher wurden schon verschiedene I/O-Einheiten beschrieben: die Tastatur und das Kassetteninterface. Dieser Abschnitt behandelt nun die Schnittstellen des Computers, die vom System selbst nicht verwendet werden und deshalb dem Anwender frei zur Verfügung stehen. Die Verschaltung der I/O-Bausteine mit dem Bus zeigt Bild 2.49.

2.7.1. Parallele Schnittstelle

Als parallele Schnittstelle ist ein PIO-Baustein *U 855* vorgesehen. Mit ihm stehen zwei 8-bit-bidirektionale Ports zur Verfügung. Zusätzlich verfügt jedes Port über die beiden Handshake-Leitungen READY und STROBE, die zur Ablaufsteuerung eingesetzt werden (können). Alle Ein-/Ausgabe-Leitungen einschließlich der Handshake-Leitungen des PIO-Bausteins werden auf die I/O-Steckerleiste geführt. Um eine möglichst universelle Schnittstelle zu schaffen, die sowohl für Eingabe als auch für Ausgabe geeignet ist, wurde auf den Einsatz von Treiberschaltkreisen oder anderen Entkopplungsstufen auf der Peripherieseite der PIO verzichtet. Beim Anschluß von eigenen Baugruppen an die PIO-Schnittstelle muß man deshalb unbedingt die elektrischen Kennwerte des PIO-Bausteins einhalten. Diese können beispielsweise [1] entnommen werden.

Der PIO-Baustein hat die Kanäle A und B. Der Kanal A kann in 4, der Kanal B in 3 verschiedenen Betriebsarten arbeiten:
Mode 0 Byteausgabe,
Mode 1 Byteeingabe,
Mode 2 Bidirektionaler Betrieb,
Mode 3 Bitein-/-ausgabe.
Die gewünschte Betriebsart wird durch Ausgabe des entsprechenden Steuerworts eingestellt. Eine Zusammenfassung der Program-

Bild 2.49
Schaltung der I/O-Baugruppe

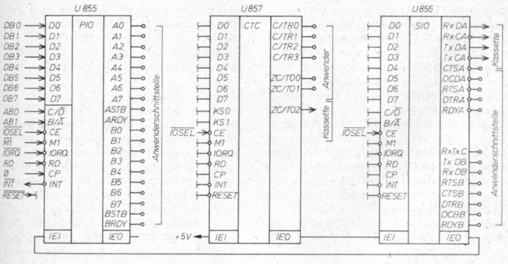


Tabelle 2.5. Programmiertabelle der PIO

Steuerwort	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Bemerkungen
Interruptvektor	V7	V6	V5	V4	V3	V2	V1	0	
Betriebsart	M1	M0	X	X	1	1	1	1	OFH Byteausgabe, 4FH Byteeingabe, 8FH bidirektional, CFH Bitbetrieb
I/O-Auswahl	IO7	IO6	IO5	IO4	IO3	IO2	IO1	IO0	bei Bitbetrieb: 1 = Eingang, O = Ausgang
Interruptart	EI	A/O	H/L	MF	0	1	1	1	bei Bitbetrieb: EI: Interruptfreigabe, A/O: AND(1)/OR(0), H/L: Flanke (L/H = 1), MF: Maske folgt (1)
Maske	MB7	MB6	MB5	MB4	MB3	MB2	MB1	MB0	bei Bitbetrieb: 0 = Interrupt möglich
Interruptenable	EI	X	X	X	0	0	1	1	83H Interrupt erlaubt, 03H Interrupt gesperrt

miermöglichkeiten enthält Tabelle 2.5. Weitergehende Informationen zur PIO, z. B. Zeitabläufe und Programmierung sind in [1] und [4] ausführlich beschrieben. Programmierbeispiele findet man in [3]. Hier nur eine Kurzbeschreibung der Betriebsarten.

Mode 0

Die CPU kann ein Datenbyte auf das Kanal-Ausgaberegister und damit auf die Port-Datenleitungen ausgeben (dieses Datenbyte wird bei Bedarf zu Kontrollzwecken auch von der CPU wieder gelesen). Unabhängig davon, ob die Peripherie das Datenbyte auch wirklich übernommen hat, besteht die Möglichkeit, daß die CPU jederzeit ein neues byte ausgibt. Oft ist es wünschenswert, erst dann ein neues byte auszugeben, wenn das externe Gerät das alte byte sicher übernommen hat. Hierzu benutzt man die beiden Handshake-(«Hände-schüttel-») Leitungen READY und STROBE. Die READY-Leitung wird nach Ausgabe eines Datenbytes auf das Datenausgaberegister aktiv, d.h., READY bekommt H. Das externe Gerät übernimmt nun nach Erkennen der Aktivierung des READY-Signals das anliegende byte. Daraufhin wird die Übernahme durch Aktivierung von STROBE (L) quittiert, worauf READY wieder in den nichtaktiven Zustand (L) geht. Leider hat die PIO kein Statutsregister, so daß die CPU nicht den Zustand der READY-Leitung abfragen kann. Die einzige Möglichkeit, das Quittieren der Peripherie der CPU mitzuteilen, ist der Interrupt. Dieser wird mit der steigenden Flanke des STROBE-Signals ausgelöst, natürlich nur, wenn das Interrupt-Freigabe-Flip-Flop gesetzt ist.

Mode 1

Die CPU kann mit einem IN-Befehl ein byte aus dem Dateneingaberegister lesen. Die anliegende Information wird mit dem aktiven STROBE-Signal übernommen und zwischengespeichert. Dabei gibt es die einfache Möglichkeit, STROBE ständig aktiv zu schalten (also einfach mit Masse verbinden, allerdings ohne Zwischenspeicherung). Vielfach ist die Eingabe mit den Handshakesignalen günstiger. Der Ablauf ist einfach: Das aktive READY-Signal zeigt dem externen Gerät, daß es ein neues Datenbyte in das Eingaberegister schreiben kann. Zum Einschreiben aktiviert man die STROBE-Leitung (durch die Peripherie). READY wird entaktiviert, bis die CPU das PIO-Port gelesen hat. Wie schon bei der Byteausgabe gibt es nur die Möglichkeit der Interruptauslösung, um der CPU den Status der READY-Leitung mitzuteilen.

Bei der Anwendung der Handshakesignale muß man beachten, daß nach der Initialisierung des Kanals die READY-Leitung inaktiv ist. Durch einen IN-Befehl wird READY aktiv geschaltet, und das Port ist für die Eingabe mit «Hände schütteln» bereit.

Mode 2

Im Mode 2 wird der Kanal A gleichzeitig zur Ein- und Ausgabe benutzt. Die bidirektionale Betriebsart ist nur mit dem Kanal A möglich, weil die Handshakesignale beider Kanäle für die Ein-/Ausgabesteuerung benötigt werden. Anders als bei der Byteausgabe (Mode 0) liegt das Ausgabebyte nicht ständig an den Portleitungen an, da es zu Konflikten zwischen ein- und ausgehenden Daten kommen könnte. Die Portleitungen werden zur Ausgabe freigegeben, wenn

STROBE des Kanals A aktiv (L) ist. Die Daten lassen sich wie im Mode 1 eingeben. Zur Steuerung werden die Leitungen des Kanals B verwendet.

Diese Betriebsart hat vor allen Dingen für die Rechnerkopplung Bedeutung.

Mode 3
Jede der 8 Datenleitungen kann man beliebig als Ein- oder Ausgänge definieren. Dementsprechend komplizierter ist die Programmierung. Unmittelbar nach der Ausgabe des Steuerworts für bit E/A (CFH) ist die Ein-/Ausgangsdefinition erforderlich. Tabelle 2.5. zeigt das Steuerwort. I steht für Eingabe. Soll die Leitung zur Eingabe definiert werden, so ist das entsprechende bit zu 1 zu setzen. O steht für Ausgabe, das entsprechende bit ist zu 0 zu setzen.

Im Mode 3 werden die Quittierungssignale READY und STROBE nicht verwendet. Die Eingabedaten lassen sich also nicht zwischenspeichern.

2.7.2. Serielle Schnittstelle

Zur seriellen Ein- und Ausgabe ist eine SIO vorgesehen. Sie wandelt 8-bit-parallele in 1-bit-serielle Informationen um. Somit sind nur sehr wenige Leitungen zur Datenübertragung erforderlich. Weiterhin arbeiten viele externe Geräte von Natur aus seriell, beispielsweise Fernschreiber, Magnetbandspeicher oder Floppy Disk. Ein Interface für die Datenaufzeichnung auf Magnetband wurde bereits in Abschnitt 2.6. beschrieben. Für das Kassetteninterface wurde der Kanal A der SIO verwendet. Der Kanal B steht frei zur Verfügung. Einige Anwendungen, die für den Amateur interessant sind, werden im folgenden vorgestellt.

Man verwendet dazu die einfachere asynchrone Datenübertragung. Bild 2.50 zeigt das Übertragungsformat. Die zu einem Zeichen gehörenden Daten werden nacheinander bit für bit gesendet oder empfangen. Jedes Zeichen erhält ein Startbit. Es folgen die einzelnen bits des Datenworts. Zur Fehlerkontrolle kann nun das Paritätsbit folgen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein Paritätsbit zu senden. Bei gerader Parität (even) wird das bit auf logisch 1 gesetzt, wenn das zu sendende Zeichen eine ungerade Anzahl von gesetzten bits enthält, d. h., bei einer geraden Anzahl von «Einsen» ist das Paritätsbit nicht gesetzt. Im Falle der ungeraden Paritätsprüfung (odd) wird das bit entgegengesetzt erzeugt. Der Empfänger prüft das empfangene Zeichen nach der gleichen Vorschrift. Er kann auf diese Art und Weise Übertragungsfehler erkennen (das Paritätsbit ermöglicht allerdings keine vollständige Übertragungssicherheit). Die anschließende Übertragung eines oder zweier Stopbits beendet das Zeichen. Die Start- und Stopbits gestatten die Synchronisation. Entscheidend für einen reibungslosen Datentransfer ist die Übereinstimmung der Datenformate und Übertragungsgeschwindigkeiten auf der Sender- und Empfängerseite. Übertragen wird normalerweise mit genormten Geschwindigkeiten. Dabei sind z. B. folgende Baudraten üblich (1 baud = 1 bit/s):
45.45, 50, 110, 150, 300, 600, 1200, 1800, 2400, 4800, 9600, 19200 baud.

Die Sende- und Empfangstakte können auf unterschiedliche Weisen erzeugt werden. Es bietet sich natürlich an, die Takte mit dem CTC-Baustein aus dem Systemtakt zu bilden. Durch den gewählten Systemtakt von 1,5 MHz ist die genaue Erzeugung der genormten Takte allerdings nicht möglich. Die Tabelle 2.6. zeigt einige CTC-Teilverhältnisse mit den sich daraus ergebenden Baudraten. Die Angaben gehen davon aus, daß sowohl der entsprechende CTC-Kanal als auch die SIO mit einem Vorteilverhältnis von 16 programmiert wird.

Zum seriellen Informationsaustausch zwischen dem Computer und anderen Geräten kann eine V24-Schnittstelle vorgesehen wer-

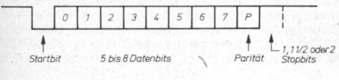


Bild 2.50
Asynchrones Datenformat

Tabelle 2.6.
Der Zusammenhang zwischen CTC-Zeitkonstante und Baudrate

CTC-Zeitkonstante	Baudrate	Baudrate des Kassetteninterface
1	5859.4	11718.8
2	2929.7	5859.4
3	1953.1	3906.3
4	1464.8	2929.7
5	1171.9	2343.8
6	976.6	1953.1
7	837.1	1674.1
8	732.4	1464.8
9	651.0	1302.1
10	585.9	1171.9
11	532.7	1065.3
12	488.3	976.6
13	450.7	901.4
14	418.5	837.1
15	390.6	781.3
16	366.2	732.4
17	344.7	689.3
18	325.5	651.0
19	308.4	616.8
20	293.0	585.9
117	50.1	

den. Ursprünglich wurde diese Schnittstelle (RS 232C) in der Großrechnertechnik verwendet, um den Rechner an ein Modem anzuschließen. Nun hat sich diese Schnittstelle aber auch in der Mikrocomputertechnik zur Verbindung von Rechnern und Peripherie durchgesetzt. Das periphere Gerät kann ein anderer Computer oder ein Drucker sein. Viele Drucker arbeiten mit dieser Schnittstelle. Das Kombinat VEB *robotron* entwickelte einige Geräte, die auch für die Ergänzung von Kleincomputern vorgesehen sind. Dazu gehören die beiden Thermodrucker *K 6303* (40 Zeichen je Zeile) und *K 6304* (80 Zeichen je Zeile) sowie die elektronische Reiseschreibmaschine *Erica electronic portable S 6005*. All diese Geräte verfügen über eine V24-Schnittstelle. Um den Anschluß der Drucker zu ermöglichen, muß der SIO-Kanal B mit Anpaßstufen, die die notwendigen Übertragungspegel erzeugen, ergänzt werden. Die V24-Schnittstelle arbeitet mit den Pegeln +12 V (0-bit) und −12 V (1-bit). Durch die Wahl dieser Pegel wird eine sichere Datenübertragung auch über große Entfernungen garantiert. Bild 2.51 zeigt die notwendigen Anpaßstufen. Bild 2.52 zeigt

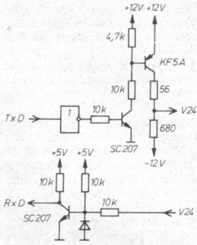


Bild 2.51
V24-Anpaßstufen

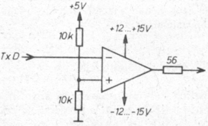


Bild 2.52
Erzeugung der V24-Pegel mit einem OPV

einen V24-Treiber mit Operationsverstärker, der für kurze Leitungen gut geeignet ist.

Außer den seriellen Sende- und Empfangsdaten (TxD und RxD) werden auch noch die folgenden Steuersignale auf die Schnittstelle geführt:

RTSB Sendeaufforderung (Ausgang),
DTRB Datenstation bereit (Ausgang),
DCDB Empfängerfreigabe (Eingang),
CTSB Senderfreigabe (Eingang).

Mit diesen Steuersignalen können verschiedene schnelle Geräte miteinander synchronisiert werden. Beispielsweise läßt sich mit Hilfe des CTS-Eingangs das Senden von Daten ausschließen, wenn das periphere Gerät die eingetroffenen Daten noch nicht verarbeitet hat. Umgekehrt kann das Signal RTS verhindern, daß das periphere Gerät weitere

Daten sendet, solange der Computer die empfangenen Informationen noch nicht verarbeitet hat. Dazu muß man die Anschlußpunkte CTS und RTS des Computers und des peripheren Geräts kreuzweise miteinander verbinden.

Eine weitere Ausführungsform eines seriellen Interface kann die Stromschnittstelle sein. Es wird in diesem Fall meist mit 20-mA-Strömen gearbeitet. Bekannte Beispiele sind IFSS, Fernschreiber und MIDI (MIDI ist eine Norm, die die Kopplung verschiedener Musikinstrumente untereinander und mit dem Computer erlaubt).

Bereits in Abschnitt 2.5. wurde der Aufbau einer seriellen Tastatur vorgeschlagen. Tastatur und Rechner können im einfachsten Fall mit TTL-Pegeln verbunden sein. An diesem Anwendungsbeispiel soll die Programmierung der SIO gezeigt werden (die Einstellung der Baudrate wird nicht berücksichtigt):

```
INIT: LD C,CSIOB OB)
      LD B,6
      LD HL,TAB
      OTIR
      RET
TAB:  DEFB 4       ;Register WR4
      DEFB 48H     ;1 Stopbit, keine
                   Parität, Taktmode
                   x16
      DEFB 1       ;Register WR1
      DEFB 08H     ;keine Interrupts
      DEFB 3       ;Register WR3
      DEFB OC1H    ;8 bits, Empfänger-
                   freigabe
                   ;Consolstatus te-
                   sten, wie im Moni-
                   tor
CSTS: IN A,(CSIOB) ;Status lesen
      AND 1
      RET Z        ;Taste gedrückt
      OR 257
      RET          ;Taste gedrückt
                   ;Zeichen von Ta-
                   statur lesen
CI:   CALL CSTS
      JR   Z,CI    ;warten, bis Taste
                   gedrückt
      IN   A,(DSIOB) ;Tastaturcode le-
                   sen
      RET
```

2.8. Monitorprogramm

Bisher wurde vor allen Dingen die Computerhardware behandelt. Das im folgenden beschriebene Monitorprogramm stellt die wesentlichen zur Funktion des Computers notwendigen Programme und Bedienerkommandos zur Verfügung. Es basiert auf dem schon in [2] als Assemblerlisting vorgestellten Monitor. Aufgrund der umfangreicheren Systemroutinen (Grafik) mußte jedoch auf einige Kommandos verzichtet werden.

Das Monitorprogramm wurde unter folgenden Gesichtspunkten geschrieben:
- einfache Bedienung, Fehlertoleranz,
- einfache Ergänzung durch zusätzliche Programmodule,
- einfache Arbeit mit externen Speichermedien,
- Schnittstellen zu höheren Programmiersprachen (Assembler, BASIC).

2.8.1. Beschreibung der Monitorkommandos

Das Monitorprogramm erwartet nach der Ausgabe seines Promptzeichens (&) die Eingabe einer Kommandozeile. Sie besteht aus dem Kommando selbst und den dazugehörigen Angaben wie Adressen, bytes oder Zeichenketten. Die einzelnen Angaben müssen durch ein Komma oder mindestens ein Leerzeichen getrennt werden. Die Eingabe wird durch RETURN (CR) abgeschlossen. Der Computer führt nun das eingegebene Kommando aus.

Im folgenden sind die einzelnen Kommandos beschrieben. Dabei ist zu beachten, daß die Kommandonamen nicht ausgeschrieben werden müssen. So kann man beispielsweise MEMORY auch durch MEMOR, MEMO, MEM, ME oder M aufrufen. Alle eingegebenen Zeichen sind signifikant. Beginnen verschiedene Kommandonamen mit den gleichen Buchstaben und sind nur diese angegeben, so wird das zuerst gefundene Kommando ausgeführt. Ein Beispiel: M entspricht MEMORY, aber nicht MOVE, für MOVE muß mindestens MO eingegeben werden. In Zweifelsfällen schafft das Kom-

mando HELP Klarheit über die Reihenfolge der Kommandos.

Bei der Beschreibung der Software, also des Monitorprogramms und des BASIC-Interpreters, werden die folgenden Symbole zur einheitlichen Syntax- und Kommandobeschreibung verwendet:

CR Abschluß der Zeile (durch Drücken der RETURN-Taste).

[] Die in eckigen Klammern eingeschlossenen Angaben sind optional und können wahlweise verwendet werden.

⟨⟩ Die in spitzen Klammern eingeschlossenen Angaben müssen verwendet werden.

HELP Anzeige aller im Speicher vorhandenen Kommanos HELP CR

Sowohl die Kommandos des Monitors als auch die vom Anwender definierten werden gelistet. Im gesamten Speicher wird nach dem Kommandorahmen (0EDH, 0FFH, Kommandozeichenkette, 00H) gesucht, und die Kommandozeichen werden ausgegeben.

MEMORY Anzeigen und Modifizieren von Speicherbereichen MEMORY ⟨adr⟩ CR

Es wird der Speicherbereich ab Adresse ⟨adr⟩ mit einer Länge von 256 bytes in hexadezimaler Form und in Textdarstellung ausgegeben. Bei der Textdarstellung werden nicht geschriebene Codes (00H bis 1 FH) als Punkt (.) ausgegeben.

Mit Hilfe des MEMORY-Befehls lassen sich auch Speicherzellen modifizieren. Der Cursor zeigt auf die zu modifizierende Speicherzelle. Die Cusorposition und damit die Adresse kann mit den 4 Cursortasten (links, rechts, hoch, tief) verändert werden. Die Eingabe erfolgt hexadezimal (Mode H) oder als Textzeichen (Mode A). Zum Umschalten in den jeweils anderen Modus nutzt man die Escape-Taste (ESC).

Eine neue Startadresse läßt sich nach Drücken der Taste Q (Quit) eingeben. Folgt an Stelle einer Adresse ein weiteres Q, so wird MEMORY nach Drücken der RETURN-Taste verlassen.

MOVE Umladen von Speicherbereichen
MOVE ⟨startadr⟩ ⟨endadr⟩ ⟨zieladr⟩ CR

Es wird der Bereich von ⟨startadr⟩ bis einschließlich ⟨endadr⟩ nach ⟨zieladr⟩ kopiert. Dabei können sich die Speicherbereiche auch überlappen.

FILL Füllen eines Speicherbereichs
FILL ⟨startadr⟩ ⟨endadr⟩ [⟨byte⟩] CR

Der Speicherbereich von ⟨startadr⟩ bis einschließlich ⟨endadr⟩ wird mit dem angegebenen ⟨byte⟩ gefüllt. Fehlt das Füllbyte, so wird automatisch ⟨byte⟩ als 00 angenommen.

IN Porteingabe
OUT Portausgabe
IN ⟨adr⟩ CR
OUT ⟨adr⟩ ⟨byte⟩ CR

Mit dem IN-Befehl lassen sich Ports direkt lesen. Das gelesene byte wird auf den Consolkanal ausgegeben (Bildschirm). Mit dem OUT-Befehl können z. B. Ports initialisiert werden. Dabei wird auf das Port ⟨adr⟩ der Wert ⟨byte⟩ ausgegeben.

SAVE Abspeichern auf Magnetband
SAVE ⟨filename⟩ [⟨typ⟩] ⟨startadr⟩ ⟨endadr⟩
[⟨entry⟩] [;⟨textfeld⟩]

SAVE zeichnet den Speicherbereich von ⟨startadr⟩ bis ⟨endadr⟩ unter dem angegebenen Filenamen auf Magnetband auf. Der Name kann dabei beliebig lang sein, es werden aber nur die ersten 8 Zeichen als ⟨filename⟩ übernommen. Zu beachten ist, daß der Name mit einem Buchstaben beginnen muß und kein Leerzeichen oder Komma enthält, da diese ja Trennzeichen bei der Kommandoeingabe sind. Durch Angabe eines Filetyps ⟨typ⟩ läßt sich die Datei besonders kennzeichnen. Die beschriebenen Programme erzeugen folgende Filetypen:

- P lauffähiges Maschinenprogramm, das nach dem Laden automatisch gestartet wird,
- BA aufgezeichnetes BASIC-Programm,
- A Aufzeichnung von im ASCII-Code abgespeicherten Daten.

Bei der Angabe eines Filetyps sind 2 Zeichen signifikant. Die Angabe eines Typs wird durch das Zeichen @ eingeleitet. Fehlt die Typangabe, so setzt das SAVE-Programm automatisch den Typ P ein (entspricht der Eingabe @P). Dateien vom Typ P erfordern noch einen weiteren Parameter, nämlich den Eintrittspunkt, bei dem das Programm nach dem Laden gestartet wird.

Fehlt ⟨entry⟩, so wird als Eintrittspunkt automatisch die Restartadresse des Monitors eingetragen. Schließlich können im Textfeld noch zusätzliche Informationen, wie das Erstellungsdatum, folgen. Es werden 16 Textzeichen (eingeleitet durch ein Semikolon) aufgezeichnet.

LOAD Laden vom Magnetband

LOAD ⟨filename⟩ [⟨@Q⟩] [⟨offset⟩]

Ein mit SAVE aufgezeichneter Speicherbereich wird wieder eingelesen. Wenn der angegebene ⟨filename⟩ mit dem aufgezeichneten Namen übereinstimmt, wird die Datei geladen. Es erscheint die Ausschrift «FILE FOUND» auf dem Bildschirm. Nach dem Laden, falls es sich um ein abarbeitbares Maschinenprogramm (Filetyp P) handelt, startet das Programm automatisch. Eine Ausnahme bildet der Fall, daß die Option @Q angegeben wurde. @Q unterdrückt den Autostart. Bei Bedarf kann noch ein Offsetwert angegeben werden. Der Wert addiert sich zur Ladeadresse und ermöglicht das Laden auf beliebige Speicherbereiche. Dabei ist natürlich der eventuelle Autostart unterdrückt. Nach dem Laden werden die eventuell aufgetretenen Lesefehler angezeigt. Diese Fehler wurden aber vom LOAD-Programm korrigiert. Nur wenn die Ausschrift «BAD FILE» erscheint, war keine Korrektur möglich, d. h., die im RAM befindlichen Daten sind fehlerhaft.

GO Start von Maschinenprogrammen

GO ⟨startadr⟩ CR

Mit GO läßt sich ein Programm starten. Die ⟨startadr⟩ muß angegeben werden. Das Anwenderprogramm kann mit Ret (0C9H) zum Monitorprogramm zurückkehren.

SIZE Anzeige des belegten Speichers

SIZE gibt zunächst den für Anwenderprogramme (z. B. BASIC-Interpreter) zur Verfügung stehenden Speicherplatz aus. Diese Adresse kann durch Neueingabe verändert werden. Der BASIC-Interpreter (Abschnitt 2.9.) verwendet den RAMTOP-Wert in seiner Initialisierungsphase zur Speicherbereichsaufteilung. Nach Drücken der RETURN-Taste gibt SIZE die Adresse des derzeitigen Bildwiederholspeichers aus. 8 Kbyte ab dieser Adresse werden durch den Bildspeicher belegt. Auch diese Adresse läßt sich durch Neueingabe verändern. Zu beachten ist, daß diese Adressen Vielfache von 8 Kbyte sein müssen. Bei Leereingaben wird der angezeigte Wert wieder abgespeichert.

IOBYTE Veränderung der IO-Zuweisung

Manchmal wird die Ausgabe nicht auf dem Bildschirm, sondern beispielsweise auf einem Drucker gewünscht. Der vorgestellte Monitor ermöglicht schon derartige Umleitungen. In dieser Monitorversion wurde das Konzept geändert. Es wird nun ein IO-byte verwendet, das die Zuordnung zwischen logischen und physischen Geräten übernimmt.

Die logischen Geräte sind:

CON

Die Konsole, d. h., das Standardein- und Ausgabegerät, welches die Kommunikation mit dem Rechner ermöglicht. Im vorliegenden Rechner ist der Konsole CON die Tastatur und der Bildschirm zugeordnet.

RDR

Vom Leserkanal (Reader) können Daten empfangen werden. Voreingestellt ist die Verbindung zum Kassetteninterface (SIO Port A).

PUN

Der Datenausgabekanal PUN steht für Punch (Stanzer). Über diesen Kanal werden Daten oder Programme ausgegeben. Auch hier ist die Verbindung zur Kassettenaufzeichnung (SIO Port A) voreingestellt.

LST

Listeinheit oder Druckerschnittstelle. Beispielsweise wird ein BASIC-Programm bei Verwendung des Befehls LIST über diesen Kanal als Liste ausgegeben. Da dem Amateur zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung in der Regel noch kein Drucker zur Verfügung steht, wurde der Kanal in der Initialisierungsphase mit der Bildschirmausgabe verbunden.

Im IO-byte sind diese 4 logischen Geräte wie folgt angeordnet

bit 0,1 CON
bit 2,3 RDR
bit 4,5 PUN
bit 6,7 LST

und lassen sich den physischen Geräten TTY, CAS, PRN und USR zuordnen. Dabei bedeuten:

TTY Bildschirm bzw. Tastatur,
CAS Kassetteninterface (SID Port A),
PRN Druckerinterface (SIO Port B),

USR Anwenderschnittstelle. Es können in die entsprechenden RAM-Zellen Sprünge zu eigenen Gerätetreibern eingetragen werden.

Die Codierung der einzelnen physischen Geräte ist:

TTY 00B
CAS 01B
PRN 10B
USR 11B

Beispiel: Es soll ein Bedienerprotokoll erstellt werden, d. h., alle Ausgaben müssen auf dem Bildschirm und zusätzlich auf dem Drucker erscheinen. Sämtliche Dateieingaben übernimmt ein selbst realisierter Gerätetreiber. Die Datei- und Listausgabekanäle sollen ihre Standardzuordnung behalten.

Daraus ergibt sich folgende Konfiguration:
LST=PRN, PUN=CAS, RDR=USR und CON=PRN

Das IO-byte heißt im binären Format 10 01 11 10 und entspricht dem Hexwert 9EH.

Der Befehl IOBYTE zeigt das gerade aktuelle IO-byte in hexadezimaler Form an und wartet anschließend auf eine Eingabe. Bei einer Leereingabe, also wenn man nur RETURN drückt, wird das IO-byte unverändert wieder abgespeichert. Eine hexadezimale Eingabe verändert das IO-byte. Achtung: Die Konsoleingabe, d. h., die Tastatur kann nicht umgeleitet werden. Prinzipiell ist das zwar ohne weiteres möglich, aber in der Regel erstens nicht sinnvoll, und zweitens kann durch ein falsches IO-byte eventuell der Computer unbedienbar werden.

2.8.2. Das Programm

Tabelle 2.7. zeigt, wie das Monitorprogramm als Hex-Dump in die 2 notwendigen EPROMs *U2716* gebrannt werden muß. Die Liste besteht aus Urladeprogramm, Monitorkommandos, Ein- und Ausgabeprogramm, Zeichengenerator sowie vorinitialisierten RAM-Zellen.

Das Monitorprogramm läuft nur im RAM!

Tabelle 2.7. Hexdump des Monitorprogramms

```
0000: 00 00 00 00 06 00 10 FE 21 16 00 11 00 F0 01 00 .......~!....p.. =024D
0010: 10 ED B0 C3 00 F0 C3 21 F0 C3 5E F7 C3 6B F7 C3 .mOC.pC!pC^wCkwC =0A34
0020: BE F7 C3 9B F7 C3 7F F7 C3 4F F7 C3 FE F6 C3 16 >wC.wC.wCOwC~vC. =0BDC
0030: F7 C3 A8 F6 C3 67 F0 31 6B FF D3 00 0E 84 CD 16 wC(vCgp1k.S...M. =0955
0040: F7 21 FF BF 22 A1 FE 23 54 5D CD 09 F0 CD 79 F1 w!.?"!~#T]M.pMyq =0968
0050: 0C 20 48 2E 4D 4F 4E 20 56 33 2E 30 20 31 30 2F . H.MON V3.0 10/ =0343
0060: 38 35 0D 0A 00 CD 35 F7 18 13 CD 79 F1 49 4C 4C 85...M5w..MyqILL =05C0
0070: 45 47 41 4C 20 43 4F 4D 4D 41 4E 44 00 31 6B FF EGAL COMMAND.1k. =04D3
0080: 0E 1B CD 09 F0 0E 0C CD 09 F0 CD 86 F1 CD 5A F1 ..M.p..M.pM.qMZq =082B
0090: 38 EB ED 53 4E FE 21 00 F0 01 FF FF 3E ED ED B1 8kmSN~!.p...>mm1 =0988
00A0: 20 C8 3E FF BE 20 F5 ED 5B 4E FE 1A 23 13 0B BE  H>.> um[N~.#..> =07A5
00B0: 28 F9 FE 20 28 08 FE 2C 28 04 FE 0D 20 DE AF 2B (y~ (.~,(.~. ^/+ =06A8
00C0: C5 01 08 00 ED B1 C1 20 D3 01 67 F0 C5 E9 CD 5A E...m1A S.gpEiMZ =084D
00D0: F1 21 F7 FD 06 08 CD 5A F1 28 0C 77 23 13 10 F6 q!w}..MZq(.w#..v =0713
00E0: CD 5A F1 C8 13 18 F9 36 20 23 10 FB C9 CD 5A F1 MZqH..y6 #.{IMZq =0869
00F0: 21 FF FD 06 02 FE 40 20 EE 13 18 DA CD 5A F1 21 !.}..~@ n..ZMZq! =07AF
0100: 07 FE 06 10 FE 3B 20 DF 13 1A FE 0D 28 D9 77 23 .~..~; _..~.(Yw# =0626
0110: 10 F6 C9 3E 20 CD B0 F7 CD 8D F1 CD 5A F1 CD 25 .vI> MOwM.qMZqM% =09F6
0120: F1 1A D8 C5 21 00 00 1A CD 25 F1 38 0B 29 29 29 q.XE!...M%q8.))) =0584
0130: 29 06 00 4F 09 13 18 EF C1 AF C9 D6 30 D8 FE 0A )..O...oA/IVOX~. =06C0
0140: 3F D0 FE 11 D8 FE 17 3F D8 D6 07 C9 F5 1F 1F 1F ?P~.X~.?XV.Iu... =081A
0150: 1F CD 3F F1 F1 F5 E6 0F C6 30 FE 3A 38 02 C6 07 .M?qquf.FO~:8.F. =082C
0160: CD B0 F7 F1 C9 F5 7C CD 36 F1 7D CD 36 F1 F1 C9 MOwqIu|M6q}M6qqI =0BBE
0170: 1A FE 20 20 0D 13 1A FE 20 28 FA FE 0D 28 05 AF .~  ...~ (z~.(./ =05B9
0180: 1A C9 FE 0D 37 C8 3F FE 2C 13 28 F3 B7 1B C9 E3 .I~.7H?~,.(s7.Ic =0802
0190: 7E 23 B7 28 05 CD B0 F7 18 F6 E3 C9 CD 79 F1 0D ~#7(.MOw.vcIMyq. =08F7
01A0: 0A 26 00 11 50 FE 06 51 CD 03 F0 FE 06 28 ED FE .&..P~.QM.p~.(m~ =06BD
01B0: 08 28 0F FE 0D 28 1B FE 20 38 ED CD B0 F7 12 13 .(.~.(.~ 8mMOw.. =0669
01C0: 10 E6 78 FE 51 28 E1 1B 04 CD 79 F1 08 20 08 00 .fx~Q(a..Myq. .. =064C
01D0: 18 D6 12 11 50 FE 3E 0D CD B0 F7 3E 0A C3 B0 F7 .V..P~>.MOw>.COw =07D0
```

```
01E0: ED FF 4D 45 4D 4F 52 59 00 CD 05 F1 38 03 22 01 m.MEMORY.M.q8.". =05E6
01F0: FE FE 51 C8 3E 0C CD B0 F7 3E 0A CD B0 F7 06 08 ~~QH>.MOw>.MOw.. =089D
0200: 0E 20 AF CD 36 F1 3C F5 CD 09 F0 F1 10 F5 CD 79 . /M6q<uM.pq.uMy =0904
0210: F1 30 31 32 33 34 35 36 37 00 06 18 3E 2D CD B0 q01234567...>-MO =0493
0220: F7 10 FB 06 08 3E 08 CD B0 F7 3E 20 CD B0 F7 3E w.{..>.MOw> MOw> =07DA
0230: 2D CD B0 F7 10 FB CD C0 F1 3E 48 32 8D F3 2A 01 -MOw.{M@q>H2.s*. =088D
0240: FE 22 03 FE 2A 03 FE 7D E6 F8 6F 22 03 FE EB CD ~".~*.~}fxo".~kM =08F1
0250: 79 F1 01 0A 0A 0A 00 06 10 C5 D5 06 08 1A 13 CD yq.......EU....M =0441
0260: 36 F1 3E 20 CD B0 F7 10 F4 06 08 D1 1A 13 E6 7F 6q> MOw.t..Q..f. =076E
0270: FE 20 30 02 3E 2E CD B0 F7 10 F1 C1 10 DB CD 89 ~ 0.>.MOw.qA.[M. =0833
0280: F3 CD 4C F3 3A 8D F3 67 FE 51 20 0D CD 79 F1 1B sMLs:.sg~Q .Myq. =08EE
0290: 93 81 00 CD FD F0 C3 D6 F1 5C 16 02 CD 03 F0 FE ...M}pCVq\..M.p~ =098A
02A0: 1B 20 0D 3E 48 BB 20 02 3E 41 32 8D F3 C3 68 F2 . .>H; .>A2.sChr =05F9
02B0: 01 F8 FF FE 1A 28 69 0E FF FE 08 28 63 03 03 FE .x.~.(i..~.(c..~ =0743
02C0: 15 28 5D 0E 08 FE 0A 28 57 FE 51 28 DD FE 20 D4 .(]..~.(W~Q(]~ T =067D
02D0: B0 F7 6F 7B FE 41 7D 28 15 CD 25 F1 F5 DC 4C F3 Owo{~A}(.M%qu\Ls =097D
02E0: F1 38 9B 21 05 FE ED 6F 15 20 B1 3A 05 FE 2A 01 q8.!.~mo. 1:.~*. =0692
02F0: FE 77 BE 3A 8D F3 F5 3E 48 32 8D F3 CD 4C F3 7E ~w>:.su>H2.sMLs~ =09A4
0300: CD 36 F1 3E 41 32 8D F3 CD 4C F3 7E E6 7F FE 20 M6q>A2.sMLs~f.~  =0932
0310: 30 02 3E 2E CD B0 F7 F1 32 8D F3 20 33 01 01 00 0.>.MOwq2.s 3... =060A
0320: 2A 03 FE 11 80 00 19 EB 2A 01 FE 09 22 01 FE CB *.~....k*.~.".~K =05DE
0330: 78 28 05 EB 2A 03 FE 13 B7 ED 52 28 03 FA 68 F2 x(.k*.~.7mR(.zhr =0743
0340: 0D 20 02 0E 07 0C 2A 03 FE 09 22 03 FE C3 2E F2 . ....*.~.".~C.r =048A
0350: CD 79 F1 0C 52 41 4D 20 45 52 52 4F 52 20 00 C3 Myq.RAM ERROR .C =05B0
0360: 2E F2 D9 2A 01 FE ED 4B 03 FE B7 ED 42 3E 1B CD .rY*.~mK.~7mB>.M =0867
0370: B0 F7 7D B7 1F 1F 37 1F C6 03 E6 9F CD B0 F7 7D Ow}7..7.F.f.MOw} =08AE
0380: E6 07 47 3A 8D F3 FE 41 28 10 AF 05 04 28 04 C6 f.G:.s~A(./..(.F =060F
0390: 03 10 FC F6 80 CD B0 F7 D9 C9 3E 18 80 18 F4 CD ..|v.MOwYI>...tM =094A
03A0: 79 F1 01 48 20 20 43 55 52 53 4F 52 3A 00 2A 01 yq.H  CURSOR:.*. =0436
03B0: FE C3 4F F1 ED FF 4D 4F 56 45 00 CD 05 F1 DA 54 ~COqm.MOVE.M.qZT =0915
03C0: F0 22 01 FE CD 05 F1 DA 54 F0 22 03 FE CD 05 F1 p".~M.qZTp".~M.q =08D8
03D0: DA 54 F0 44 4D 2A 01 FE ED 5B 03 FE E5 AF EB ED ZTpDM*.~m[.~e/km =098D
03E0: 52 23 50 59 44 4D E1 E5 B7 ED 52 E1 38 03 ED B0 R#PYDMae7mRa8.mO =0824
03F0: C9 0B 09 EB 09 EB 03 ED B8 C9 ED FF 4C 4F 41 44 I..k.k.m8Im.LOAD =0839
0400: 00 CD B8 F0 CD D7 F0 CD 05 F1 30 03 21 00 00 E5 .M8pMWpM.q0.!..e =0805
0410: FD E1 CD 35 F7 2A FF FD 1E 00 D9 16 80 CB 7A CA }aM5w*.}..Y..KzJ =0999
0420: 0A F5 D9 16 00 D9 CD 2B F5 FE 1E 20 03 CD 6B F7 .uY..YM+u~. .Mkw =0822
0430: FE 01 20 F2 AF 4F 5F 21 F7 FD 06 08 CD 6B F7 BE ~. r/O_!w}..Mkw> =087E
0440: 20 DB 23 81 4F 10 F5 06 18 CB 7A 20 02 CB F2 CD  [#.O.u..Kz .KrM =0702
0450: 39 F5 28 04 CB 7A 20 C3 CB 7A 28 2A CD 79 F1 0D 9u(.Kz CKz(*Myq. =075D
0460: 0A 46 49 4C 45 20 46 4F 55 4E 44 20 00 FD E5 C1 .FILE FOUND .}eA =0589
0470: 2A 01 FE 09 22 01 FE 2A 03 FE 09 22 03 FE 78 B1 *.~.".~*.~.".~x1 =05D3
0480: 28 04 AF 32 FF FD DD 21 07 FE 2A 01 FE CD 2B F5 (./2.}]!.~*.~M+u =0822
0490: FE 04 CA 0A F5 FE 03 28 5E FE 1D 20 F0 0E 00 CD ~.J.u~.(^~. p..M =0758
04A0: 6B F7 47 4F CB AA CB 7A 20 26 CB F2 CB 62 20 20 kwGOK*Kz &KrKb   =0822
04B0: D5 7A E6 0F DD 56 01 BA D1 20 15 DD 7E 00 BB 20 Uzf.]V.:Q .]~.;  =076E
04C0: 0F DD 23 DD 23 D9 15 D9 20 02 CB E2 CB B2 CB EA .]#]#Y.Y .KbK2Kj =08D7
04D0: CD 39 F5 28 1F CB 6A 20 47 CB 7A 28 17 D9 14 7A M9u(.Kj GKz(.Y.z =06C9
04E0: D9 FE 08 CA 05 F4 DD 72 01 DD CB 01 BE DD 73 00 Y~.J.t]r.]K.>]s. =08A9
04F0: DD 23 DD 23 13 18 96 7A E6 80 57 2B ED 4B 03 FE ]#]#...zf.W+mK.~ =075C
0500: ED 42 C2 07 F4 D9 7A B7 28 05 D9 55 C3 10 F4 CD mBB.tYz7(.YUC.tM =08E5
0510: 19 F5 3A FF FD FE 50 C0 7D FE 51 C8 2A 05 FE E9 .u:.}~P@}~QH*.~i =09FC
0520: D9 CD 79 F1 20 42 41 44 20 46 49 4C 45 20 00 7B YMyq BAD FILE .{ =05D2
0530: B7 C8 CD 36 F1 CD 79 F1 20 45 52 52 4F 52 53 00 7HM6qMyq ERRORS. =07A7
0540: C9 CD 6B F7 3C 20 FA CD 6B F7 FE FF 28 F9 C9 CD IMkw< zMkw~.(yIM =0B31
0550: 6B F7 CB 72 20 01 77 81 4F 23 10 F3 CD 6B F7 81 kwKr .w.O#.sMkw. =07DD
0560: CB B2 C8 D9 1C D9 C9 ED FF 53 41 56 45 00 CD B8 K2HY.YIm.SAVE.M8 =097C
0570: F0 CD D7 F0 CD 05 F1 DA 54 F0 22 01 FE CD 05 F1 pMWpM.qZTp".~M.q =0A49
0580: DA 54 F0 22 03 FE CD 05 F1 30 03 21 1E F0 22 05 ZTp".~M.q0.!.p". =068D
0590: FE CD E6 F0 CD 35 F7 21 07 F6 E5 21 98 F5 E5 E5 ~MfpM5w!.ve!.uee =0B15
05A0: 0E 1E 3A FF FD FE 20 20 05 3E 50 32 FF FD 06 14 ..:.}~  .>P2.}.. =067B
05B0: 3E FF CD 94 F7 10 F9 79 CD 94 F7 3E 01 CD 94 F7 >.M.w.yyM.w>.M.w =0A06
05C0: 21 F7 FD 06 20 0E 00 7E CD 94 F7 7E 81 4F 23 10 !w}. ..~M.w~.O#. =06A0
05D0: F6 ED 44 CD 94 F7 3E 02 CD 94 F7 ED 5B 01 FE 06 vmDM.w>.M.wm[.~. =0964
```

```
05E0: 06 3E FF CD 94 F7 10 F9 2A 03 FE 23 ED 52 28 26 .>.M.w.y*.~#mR(& =077F
05F0: AF B4 20 04 85 F2 E4 F5 2E 80 45 3E 1D CD 94 F7 /4 ..rdu..E>.M.w =087D
0600: 78 4F CD 94 F7 1A CD 94 F7 1A 13 81 4F 10 F6 ED xOM.w.M.w...O.vm =0881
0610: 44 CD 94 F7 18 C9 3E 03 0E FF C3 94 F7 06 20 3E DM.w.I>...C.w. > =077D
0620: FF CD 94 F7 10 F9 3E 04 C3 94 F7 ED FF 49 4E 00 .M.w.y>.C.wm.IN. =0973
0630: CD 05 F1 4D ED 78 C3 36 F1 ED FF 4F 55 54 00 CD M.qMmxC6qm.OUT.M =0910
0640: 05 F1 4D CD 05 F1 ED 69 C9 ED FF 46 49 4C 4C 00 .qMM.qmiIm.FILL. =0838
0650: CD 05 F1 DA 54 F0 22 01 FE CD 05 F1 DA 54 F0 22 M.qZTp".~M.qZTp" =0905
0660: 03 FE CD 05 F1 4D 2A 01 FE ED 5B 03 FE 30 02 0E .~M.qM*.~m[.~0.. =06C3
0670: 00 71 E5 AF EB ED 52 44 4D E1 54 5D 13 ED B0 C9 .qe/kmRDMaT].mOI =08CB
0680: ED FF 53 49 5A 45 00 CD 79 F1 52 41 4D 54 4F 50 m.SIZE.MyqRAMTOP =0731
0690: 3A 00 2A A1 FE CD 4F F1 CD FD F0 38 03 22 A1 FE :.*!~MOqM}p8."!~ =08C6
06A0: CD 79 F1 43 52 54 42 47 4E 3A 00 2A 37 FE CD 4F MyqCRTBGN:.*7~MO =06AC
06B0: F1 CD FD F0 D8 22 37 FE 54 5D CD 43 F9 C9 3A A2 qM}pX"7~T]MCyI:" =0A39
06C0: FE 47 3A A1 FE C9 ED FF 47 4F 00 1B CD 05 F1 DA ~G:!~Im.GO..M.qZ =0921
06D0: 54 F0 01 67 F0 C5 E9 ED FF 48 45 4C 50 00 21 00 Tp.gpEim.HELP.!. =0780
06E0: 00 01 00 00 CD C0 F1 CD 79 F1 20 20 20 00 3E ED ....M@qMyq   .>m =0641
06F0: ED B1 C0 3E FF BE 20 F6 E5 C5 06 10 7E 23 B7 28 m1@>.> veE..~#7( =08AF
0700: 06 10 F9 C1 E1 18 E7 C1 E1 23 0B 7E B7 28 D8 CD ..yAa.gAa#.~7(XM =0882
0710: B0 F7 18 F5 3A 3D FE C9 ED FF 49 4F 42 59 54 45 Ow.u:=~Im.IOBYTE =08AA
0720: 00 CD FE F6 CD 36 F1 CD FD F0 D8 4D F5 79 32 3D .M~vM6qM}pXMuy2= =0A71
0730: FE F1 C9 DB 08 FE 1A C8 DB 19 E6 01 28 F5 DB 18 ~qI[.~.H[.f.(u[. =0966
0740: C9 79 D3 18 DB 19 E6 04 28 FA C9 0E 19 06 08 21 IyS.[.f.(zI....! =064C
0750: 47 F7 ED B3 3E 05 D3 16 3E 05 D3 16 C9 04 04 01 Gwm3>.S.>.S.I... =0608
0760: 40 03 C1 05 EA DB 09 B7 20 04 32 5D F7 C9 3A 5D @.A.j[.7 .2]wI:] =0698
0770: F7 3D C9 00 CD 4F F7 28 FB 3E 01 32 5D F7 DB 08 w=I.MOw({>.2]w[. =07DB
0780: C9 3A 3D FE E6 0C 28 EC FE 04 CA 1D F7 FE 0C CA I:=~f.(l~.J.w~.J =03F6
0790: 44 FE 3E 1A C9 3A 3D FE E6 C0 CA BE F7 FE 40 CA D~>.I:=~f@J>w~@J =0A05
07A0: 9B F7 FE 80 CA 3E FE C3 4A FE C5 4F CD 9B F7 C1 .w~.J>~CJ~EOM.wA =0B55
07B0: C9 3A 3D FE E6 30 CA BE F7 FE 10 CA 2B F7 FE 20 I:=~f0J>w~.J+w~  =09EB
07C0: CA 7F F7 C3 47 FE C5 4F 32 BD F7 CD BE F7 3A BD J.wCG~EO2=wM>w:= =0ABB
07D0: F7 C1 C9 00 3A 3D FE E6 03 CA D3 F7 FE 01 CA 9B wAI.:=~f.JSw~.J. =09D7
07E0: F7 FE 02 CA 7F F7 C3 41 FE D5 C5 32 3C FE DD E5 w~.J.wCA~UE2<~]e =0B01
07F0: E5 C3 0B F9 36 00 79 21 3B FE CB 46 20 0B FE 1B eC.y6.y!;~KF .~. =070A
0800: C2 76 F8 CB C6 CB 8E 18 31 CB 7F 28 40 CB 4E CB BvxKFK..1K.(@KNK =08F9
0810: CE CB BF 28 0C CB 86 06 00 CB B9 2A 39 FE 09 18 NK?(.K...K9*9~.. =06E9
0820: 0D 21 00 00 B7 28 07 47 11 40 01 19 10 FD 22 39 .!..7(.G.@...}"9 =032E
0830: FE 11 20 01 19 36 F8 22 DC F7 E1 DD E1 C1 D1 3A ~. ..6x"\wa]aAQ: =08D7
0840: 3C FE C9 D9 08 F1 C1 D1 E1 D9 08 18 ED CB 86 E1 <~IY.qAQaY..mK.a =0A60
0850: E5 D9 08 E5 D5 C5 F5 21 2D F8 E5 D9 E5 21 55 F8 eY.eUEu!-xeYe!Ux =0A91
0860: 06 00 CB 21 09 7E 23 66 6F E3 C9 17 F9 19 F9 5F ..K!.~#focI.y.y_ =069E
0870: F9 7D F9 D4 F9 EE F9 F1 F9 E5 F9 E8 F9 43 F9 75 y}yTynyqyeyhyCyu =0D7D
0880: F8 39 F9 2C F9 75 F8 75 F8 75 F8 C9 21 18 F8 E5 x9y,yuxuxuxI!.xe =0A75
0890: E6 7F FE 20 38 2D 6F 26 00 29 29 29 11 F7 F9 19 f.~ 8-o&.))).wy. =0612
08A0: DD 2A 39 FE DD E5 11 20 00 06 08 7E DD 77 00 23 ]*9~]e. ...~]w.# =0634
08B0: DD 19 10 F7 E1 23 7D E6 1F C0 2B CD D0 F8 3E 0A ]..wa#}f.@+MPx>. =084B
08C0: 22 39 FE 2A 39 FE 11 40 01 FE 0D 28 19 FE 0A 28 "9~*9~.@.~.(.~.( =0588
08D0: 1A FE 08 28 37 FE 0C 28 54 FE 01 28 61 FE 1A 28 .~.(7~.(T~.(a~.( =05CD
08E0: 35 FE 15 28 D0 C9 7D E6 E0 6F C9 19 7C E6 1F FE 5~.(PI}f'oI.|f.~ =091C
08F0: 1F D8 ED 52 E5 21 00 00 E5 19 D1 01 00 1E ED B0 .XmRe!..e.Q...mO =06C7
0900: 62 6B 13 01 00 02 36 00 ED B0 E1 C9 7D E6 1F 2B bk....6.mOaI}f.+ =060D
0910: C0 23 7D F6 1F 6F B7 ED 52 7C E6 E0 FE 00 D0 18 @#}v.o7mR|f'~.P. =0902
0920: 1D 01 18 F8 C5 CD 43 F9 3E 21 32 DB F7 AF 01 3E ...xEMCy>!2[w/.> =074D
0930: FF 47 2A 37 FE 70 54 5D 13 01 00 20 ED B0 2A 0C .G*7~pT]... mO*. =05CD
0940: F8 C9 21 36 00 22 DE F7 21 36 F8 22 1F F8 C9 21 xI!6."^w!6x".xI! =0781
0950: 00 00 22 DE F7 22 1F F8 C9 7C E6 E0 67 2E 00 22 .."^w".xI|f'g.." =06F2
0960: 37 FE 22 39 FE 22 0C F8 22 E0 F8 32 77 F9 32 07 7~"9~".x"'x2wy2. =0789
0970: F9 7A D3 10 C9 7D CB 3C CB 1D CB 3C CB 1D CB 3C yzS.I}K<K.K<K.K< =0881
0980: CB 1D E6 07 07 07 07 F6 C6 32 7B F9 3E 80 B4 67 K.f....vF2{y>.4g =0725
0990: CB C6 C9 EB 7B 95 06 2C 30 04 06 2D ED 44 F5 78 KFIk{..,0..-mDux =078C
09A0: 32 C4 F9 7A 94 06 24 0E FF 28 08 0C D2 9D F9 06 2Dyz..$..(..R.y. =06DE
09B0: 25 ED 44 F5 78 32 CC F9 79 C6 00 D9 67 6F 08 F1 %mDux2LyyF.Ygo.q =08A1
09C0: 5F F1 4F 16 00 42 08 08 D9 E5 CD 5F F9 E1 7D BB _qO..B..YeM_ya}; =0803
09D0: C2 C0 F9 7C BA C8 08 F2 CC F9 2C D9 B7 ED 5A C3 B@y|:H.rLy,Y7mZC =0AFE
```

```
09E0: B1 F9 24 D9 B7 ED 42 C3 B1 F9 3A 72 F9 32 E3 F9 1y$Y7mBC1y:ry2cy =0AAD
09F0: 3E 46 32 72 F9 CD 5F F9 3E 00 01 3E 86 01 3E C6 >F2ryM_y>..>..>F =064E
0A00: 32 72 F9 C9 3E C9 01 3E 7D 32 5F F9 C9 00 00 00 2ryI>I.>}2_yI... =067C
0A10: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0A20: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0A30: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0A40: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0A50: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0A60: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0A70: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0A80: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0A90: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0AA0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0AB0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0AC0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0AD0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0AE0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0AF0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0B00: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0B10: 00 00 00 00 00 20 20 20 20 20 00 20 00 50 50 50 .....      . .PPP =01B0
0B20: 00 00 00 00 00 50 50 F8 50 F8 50 50 00 20 F0 28 .....PPxPxPP. p( =04B8
0B30: 70 A0 78 20 00 18 98 40 20 10 C8 C0 00 30 48 28 p x ...@ .H@.0H( =04F0
0B40: 10 A8 48 B0 00 60 60 40 20 00 00 00 00 40 20 10 .(H0.''@ ....@ . =0340
0B50: 10 10 20 40 00 10 20 40 40 40 20 10 00 20 A8 70 .. @.. @@@ .. (p =02D8
0B60: F8 70 A8 20 00 00 20 20 F8 20 20 00 00 00 00 00 xp( ..  x  ..... =03A8
0B70: 00 60 60 40 20 00 00 00 F8 00 00 00 00 00 00 00 .''@ ...x....... =0218
0B80: 00 00 30 30 00 00 80 40 20 10 08 00 00 70 88 88 ..00...@ ....p.. =02D8
0B90: A8 88 88 70 00 20 30 20 20 20 20 70 00 70 88 80 (..p. 0    p.p.. =04E0
0BA0: 60 10 08 F8 00 70 88 80 70 80 88 70 00 40 60 50 '..x.p..p..p.@'P =05C0
0BB0: 48 FC 40 40 00 F8 08 08 78 80 88 70 00 60 10 08 H|@@.x..x..p.'.. =0534
0BC0: 78 88 88 70 00 F8 80 40 20 10 08 08 00 70 88 88 x..p.x.@ ....p.. =0570
0BD0: 70 88 88 70 00 70 88 88 F0 80 40 30 00 00 30 30 p..p.p..p.@0..00 =05B0
0BE0: 00 30 30 00 00 00 30 30 00 30 30 20 10 40 20 10 .00...00.00 .@ . =01C0
0BF0: 08 10 20 40 00 00 00 F8 00 F8 00 00 00 10 20 40 .. @...x.x.... @ =02D8
0C00: 80 40 20 10 00 70 88 80 40 20 00 20 00 70 88 80 .@ ..p..@ . .p.. =0460
0C10: B0 A8 A8 70 00 20 50 88 88 F8 88 88 00 78 88 88 0((p. P..x...x.. =0780
0C20: 78 88 88 78 00 70 88 08 08 08 88 70 00 78 88 88 x..x.p.....p.x.. =0590
0C30: 88 88 88 78 00 F8 08 08 78 08 08 F8 00 F8 08 08 ...x.x..x..x.x.. =05A0
0C40: 78 08 08 08 00 70 88 08 E8 88 88 F0 00 88 88 88 x....p..h..p.... =0610
0C50: F8 88 88 88 00 70 20 20 20 20 20 70 00 80 80 80 x....p     p.... =0590
0C60: 80 80 88 70 00 88 48 28 18 28 48 88 00 08 08 08 ...p..H(.(H..... =0418
0C70: 08 08 08 F8 00 88 D8 A8 A8 88 88 88 00 88 98 A8 ...x..X((......( =0720
0C80: C8 88 88 88 00 70 88 88 88 88 88 70 00 78 88 88 H....p.....p.x.. =0770
0C90: 78 08 08 08 00 70 88 88 88 A8 48 B0 00 78 88 88 x....p...(H0.x.. =05C0
0CA0: 78 28 48 88 00 70 88 08 70 80 88 70 00 F8 20 20 x(H..p..p..p.x   =0590
0CB0: 20 20 20 20 00 88 88 88 88 88 88 70 00 88 88 88     .......p.... =05B8
0CC0: 88 88 50 20 00 88 88 88 A8 A8 D8 88 00 88 88 50 ..P ....((X....P =0728
0CD0: 20 50 88 88 00 88 88 88 50 20 20 20 00 F8 80 40  P......P   .x.@ =0580
0CE0: 20 10 08 F8 00 70 10 10 10 10 10 70 00 00 08 10  ..x.p.....p.... =0278
0CF0: 20 40 80 00 00 70 40 40 40 40 40 70 00 20 70 A8  @...p@@@@@p. p( =0438
0D00: 20 20 20 20 00 00 00 00 00 00 00 F8 00 30 30 10     .......x.00. =01E8
0D10: 20 00 00 00 00 00 00 30 40 78 48 F8 00 10 10 70  .......0@xHx...p =02D8
0D20: 90 90 90 78 00 00 00 60 90 10 10 E0 00 40 40 70 ...x...'...'.@@p =0508
0D30: 48 48 48 F0 00 00 00 60 90 70 10 E0 00 00 C0 20 HHHp...'.p.'..@  =04F8
0D40: 70 20 20 20 00 00 00 E0 90 90 E0 80 F0 10 10 70 p   ...'..'.p..p =05B0
0D50: 90 90 90 90 00 00 20 00 20 20 20 20 00 00 40 00 ...... .     ..@. =0320
0D60: 40 40 40 50 20 00 10 90 50 30 50 90 00 00 10 20 @@@P ...P0P....  =0360
0D70: 20 20 20 60 00 00 00 58 A8 A8 A8 88 00 00 00 70    '...X(((....p =0408
0D80: 90 90 90 90 00 00 00 60 90 90 90 60 00 00 00 70 .......'...'...p =0520
0D90: 90 90 70 10 10 00 00 70 48 48 70 40 C0 00 00 D0 ..p....pHHp@@..P =04F0
0DA0: 30 10 10 10 00 00 00 E0 10 60 80 70 00 00 20 70 0......'.'.p.. p =0330
0DB0: 20 20 A0 40 00 00 00 48 48 48 48 F0 00 00 00 88   @...HHHHp.... =03B8
0DC0: 88 50 50 20 00 00 00 88 88 A8 A8 50 00 00 00 88 .PP .....((P.... =0480
0DD0: 50 20 50 88 00 00 00 90 90 A0 C0 80 E0 00 00 F8 P P...... @.'..x =0620
```

```
ODE0: 40 20 10 F8 00 40 20 20 10 20 20 40 00 20 20 20 @ .x.@  .  @.      =02D8
ODF0: 20 20 20 20 20 10 20 20 40 20 20 10 00 00 10 A8        .  @  ....( =0238
OE00: 40 00 00 00 00 A8 50 A8 50 A8 50 A8 00 00 00 00 @....(P(P(P(.... =03D0
OE10: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
OE20: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
OE30: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
OE40: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 C0 00 ..............@. =00C0
OE50: C0 00 00 00 C3 4D FE C3 4D FE C3 4D FE C3 4D FE @...CM~CM~CM~CM~ =08F8
OE60: C3 4D FE C9 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 CM~I............ =02D7
```

2.8.3. Programmtechnische Details

Das Monitorprogramm belegt den Speicherbereich von 0F000H bis 0FFFFH. Nach Reset wird das Programm aus den beiden EPROMs in den RAM dupliziert. Dazu benutzt man eine kleine Befehlsfolge, die dem Listing in Bild 2.53 zu entnehmen ist.

Eine Zeitschleife soll nach dem Einschalten des Computers vor allen Dingen den dynamischen RAMs genügend Zeit zum Formatieren geben. Nach Anlegen der Speisespannungen brauchen dynamische RAM-Bausteine einige Zyklen zum Aufladen der internen Kapazitäten. Die Zeitschleife sichert ab, daß die Speicher voll funktionstüchtig sind.

Das Monitorprogramm ist ab Adresse 16H in den beiden EPROMs abgelegt. Es wird komplett mit dem LDIR-Befehl auf die Adresse 0F000H umgeladen und anschließend angesprungen. Nun kann der ROM-Bereich ausgeblendet werden, denn man benötigt ihn ja nicht mehr. Das Umschalten vom ROM auf den vollen 64-Kbyte-RAM-Bereich bewirkt ein beliebiger Ein- oder Ausgabebefehl, der die Portadresse 00H (ROMOF) anspricht. Den ROM kann man auch wieder in den Speicherbereich legen. Dazu muß die Portadresse 04H angesprochen werden. Im wesentlichen entspricht der Aufbau des Monitorprogramms dem schon in [2] veröffentlichten Programm. Speziell für den hier beschriebenen Computer wurden jedoch einige Programmteile ganz gestrichen, andere optimiert. Völlig verändert sind die Routinen zur Tastaturabfrage und die Steuerung der Bildschirmausgabe. Da die Bildschirmausgabe grafisch orientiert ist, mußte der Zeichengenerator als Teil des Monitorprogramms aufgenommen werden. Dieser Zeichengenerator benötigt etwa 1 Kbyte Platz, was zwangsläufig auf Kosten des Kommandoumfangs des Monitors gehen mußte.

Leider findet man das gesamte Programm aus Platzgründen nur als Hex-Listing in diesem Beitrag. Die für den Anwender wichtigsten Programmteile sollen aber ausschnittsweise als Assemblerlisting dargestellt und beschrieben werden.

Das Programm beginnt, wie schon der Monitor in [2], mit einer Sprungtabelle (Bild 2.53). Sie wurde gegenüber [2] nur geringfügig verändert. Diese Tabelle enthält die wichtigsten Systemeinsprünge. Da sie sich vom Anwender uneingeschränkt benutzen lassen, sind sie im folgenden detailliert beschrieben:

JP BEGIN

Das ist die Kaltstartadresse des Monitors. Durch sie wird das gesamte System initialisiert, einschließlich aller Ports. Der Zeichengenerator bleibt jedoch unverändert, so daß selbstdefinierte Zeichen erhalten bleiben. Nur ein Reset überschreibt den Zeichensatz mit den fest im EPROM abgespeicherten Mustern. Nach einem Kaltstart wird der Bildschirm gelöscht und eine Meldung ausgegeben. Wenn dann das Promptzeichen (&) erscheint, ist der Computer eingabebereit.

JP CI

CI liest ein Zeichen von der Tastatur. Das Zeichen steht nach Rückkehr aus CI im Register A zur Verfügung. Alle anderen Register bleiben unverändert. War bei Aufruf von CI keine Taste gedrückt, was CSTS durch Aufruf erkennt, verharrt das Programm in einer Abfrageschleife. Diese Schleife und damit CI wird erst dann verlassen, wenn ein Tastendruck erkannt worden ist. Das IO-byte wirkt nicht auf die Tastatur.

JP RI

RI steht eigentlich für Reader-Input, also Lochbandleser. Mit diesem Sprung wird im

```
0000    00              MONI:   NOP
0001    00                      NOP
0002    00                      NOP
0003    00                      NOP
0004    06 00                   LD      B,0
0006    10 FE                   DJNZ $

0008    21 0016                 LD      HL,PGM
000B    11 F000                 LD      DE,START
000E    01 1000                 LD      BC,4096         ;4k
0011    ED B0                   LDIR
0013    C3 F000                 JP      START
0016                    PGM:

                                .PHASE    OF000H

                                ;SPRUNGTABELLE:

F000    C3 F021         START:  JP      BEGIN
F003    C3 F75E         CI:     JP      CIX             ;TASTATUR
F006    C3 F76B         RI:     JP      RIX             ;CASSETTE LESEN
F009    C3 F7BE         CO:     JP      COX             ;BILDSCHIRM
F00C    C3 F79B         POO:    JP      POX             ;CASSETTE SCHREIBEN
F00F    C3 F77F         LO:     JP      LOX             ;DRUCKER
F012    C3 F74F                 JP      CSTS            ;KONSOLSTATUS
F015    C3 F6FE                 JP      IOBYTE
F018    C3 F716                 JP      IOSET
F01B    C3 F6A8         MEMCK:  JP      MEMSI           ;SPEICHERBEREICH
F01E    C3 F067         RSTAR:  JP      MAIN            ;RESTART MONITOR

F021    31 FF6B         BEGIN:  LD      SP,STACK
F024    D3 00                   OUT     (ROMOF),A
F026    0E 84                   LD      C,IOBYT
F028    CD F716                 CALL IOSET
F02B    21 BFFF                 LD      HL,CRTBG-1
F02E    22 FEA1                 LD      (MSIZE),HL
F031    23                      INC     HL              ;BILDSCHIRM INITIALISIEREN
F032    54                      LD      D,H
F033    5D                      LD      E,L
F034    CD F009                 CALL CO
F037    CD F179                 CALL PRINT              ;MELDUNG AUSGEBEN
F03A    0C 20 48 2E             DEFB CLS,' H.MON V3.0 10/85',CR,LF,0
F03E    4D 4F 4E 20
F042    56 33 2E 30
F046    20 31 30 2F
F04A    38 35 0D 0A
F04E    00
F04F    CD F735                 CALL CINIT              ;CASSETTE INITIALISIEREN
F052    18 13                   JR      MAIN
```

Bild 2.53
Anfang des Monitorprogramms

System ein Zeichen vom Kassettenport (SIO Port A) geholt. Über das IO-byte gesteuert, ist das Zeichen auch an einer anderen Eingabeschnittstelle greifbar. Das Zeichen wird, wie es schon in CI der Fall war, im Register A übergeben. Alle anderen Register bleiben auch hier unverändert.

JP CO

CO ist die Consolausgabe, d. h. die Ausgabe auf den Bildschirm. Über diese Schnittstelle wird die gesamte alphanumerische und grafische Bildschirmsteuerung realisiert. Das Übergaberegister für das auszugebende Zeichen ist das Register C. In diesem Register erwartet CO das Zeichen. Alle Register blei-

ben erhalten. Auch die Consolausgabe läßt sich über das IO-byte umlenken. Vorsicht: durch eine fehlerhafte Veränderung des IO-byte könnte eine Bedienung des Computers in Frage gestellt werden. Beispielsweise, wenn die Bildschirmausgaben auf einem nicht vorhandenen Drucker erfolgen.

Zum Bildaufbau sind eine Reihe von Steuerzeichen vorhanden, sie werden detailliert im Abschnitt 2.8.4. beschrieben. Hier nur die Übersicht:

CR	0DH Carriage Return, Wagenrücklauf.
LF	0AH Line Feed, Zeilenvorschub.
BS	0SH Backspace.
HOME	01H Der Cursor wird an den Bildschirmanfang positioniert.
RIGH	15H Der Cursor bewegt sich nach rechts.
UP	1AH Der Cursor bewegt sich um eine Zeile nach oben.
CLS	0CH Löscht den Bildschirm, anschließend HOME.
ESC	1EH Escape, Umschaltung auf diverse Grafikfunktionen.

Alle anderen Codes von 20H bis 7FH sind darstellbare Zeichen und werden entsprechend angezeigt.

JP PO

PO bedeutet eigentlich Punch Out. Gemeint ist damit der Lochbandstanzer. Dieser Sprung ruft normalerweise die Kassettenausgabe (SIO Port A) auf. Wieder wird das auszugebende Zeichen im Register C erwartet und steht nach der Ausgabe auch im Akkumulator. Alle anderen Register bleiben unverändert. Das IO-byte kann zur Umleitung auf ein anderes Ausgabegerät verändert werden.

JP LO

Die Druckerschnittstelle wird im beschriebenen Computer durch eine genormte V24-Schnittstelle realisiert. Damit ist ein problemloser Druckeranschluß möglich. Wenn kein Drucker angeschlossen werden kann oder soll, empfiehlt es sich, das IO-byte so zu modifizieren, daß die Listausgabe auf den Bildschirm geführt wird. Wie auch schon bei den anderen Ausgabefunktionen wird das Zeichen im Register C erwartet und zusätzlich im Akkumulator wieder zurückgegeben.

JP CSTS

CSTS steht für Consol Status. Durch Aufruf dieser Routine läßt sich feststellen, ob eine Taste gedrückt wurde. CSTS liefert im Register A den Wert 0, wenn kein Zeichen von der Tastatur geliefert werden kann. Andererseits enthält der Akkumulator das byte 0FFH, wenn ein Zeichen zur Verfügung steht. In beiden Fällen sind die entsprechenden Flags gesetzt. Viele Programme, wie auch der noch zu beschreibende BASIC-Interpreter, rufen während ihrer Programmausführung diese Routine auf, um z. B. festzustellen, ob eine Programmunterbrechung vorliegt. Das folgende kleine Beispiel soll dies verdeutlichen:

```
SCHLEIFE: hier steht das Anwenderprogramm
CALL CSTS          ;Taste gedrückt?
JP Z,  SCHLEIFE    ;nein, Programm weiter
                   ;ausführen
CALL CI            ;welche Taste?
CP     'Q'         ;wurde 'Q' gedrückt?
JP NZ, SCHLEIFE    ;nein, weiter
JP     END         ;ja, abbrechen
```

In diesem Beispiel wird das ab Marke SCHLEIFE stehende Anwenderprogramm so lange durchlaufen, bis die Taste Q erkannt wird.

JP IOBYTE

Dieses Unterprogramm liefert im Akkumulator das derzeit gültige IO-byte zurück. Das IO-byte kann mit dem folgenden Aufruf modifiziert werden und wurde bereits weiter oben beschrieben (Monitorkommando IOBYTE).

JP IOSET

Über diesen Einsprung läßt sich die Zuordnung von logischen zu physischen Geräten einstellen. Das IO-byte muß im Register C übergeben werden. Natürlich kann man das IO-byte auch über das entsprechende Monitorkommando verändern. Mit Hilfe der Einsprünge JP IOBYTE und JP IOSET können auch Anwenderprogramme Veränderungen in der Zuordnung von logischen zu physischen Geräten vornehmen.

JP MEMCK

Durch Aufruf der Routine MEMCK läßt sich mit einem Anwenderprogramm die höchste zur Verfügung stehende freie RAM-Zelle erfragen. Dabei wird der Low-Teil die-

ser Adresse im Register A, der High-Teil im Register B zurückgegeben. Beispielsweise ruft der BASIC-Interpreter in seiner Initialisierungsphase dieses Unterprogramm.

JP RESTART

Das ist die Warmstartadresse des Monitors. Über diesen Einsprung kann zum Monitor zurückgekehrt werden. Selbstverständlich könnte man auch über den Kaltstarteinsprung auf der Adresse 0F00H zum Monitor zurückkehren, aber im Gegensatz zum Kaltstart bleibt der Systemzustand erhalten, d.h., daß z.B. eine für ein anderes Übertragungsformat umprogrammierte SIO nicht neu initialisiert wird. Erst beim Aufruf der Monitorkommandos SAVE oder LOAD wird die SIO entsprechend programmiert. Damit soll verhindert werden, daß der Rechner bei dem Versuch, Daten zu lesen, eventuell «hängen» bleibt oder Daten in einem falschen Format aufzeichnet (was zweifelslos unangenehmer ist). Die so überflüssig erscheinende Initialisierung der Ports in der Kaltstartphase sichert eine sofortige Betriebsbereitschaft der Ein- und Ausgabebaugruppen ab, wenn beispielsweise Ein- oder Ausgaben durchgeführt werden, ohne daß vorher SAVE oder LOAD benutzt wurden.

Wie bereits mehrfach erwähnt, basiert das Programm auf dem schon in [2] vorgestellten Monitor. Stark verändert wurde vor allen Dingen der MEMORY-Befehl. Da die Bildschirmroutinen grafisch arbeiten, mußte eine andere Form der Dumpausgabe gefunden werden. Sie arbeitet jetzt mit direkter Cursoradressierung, um die durch die grafische Ausgabe verminderte Schreibgeschwindigkeit auszugleichen. Unverändert blieben

Tabelle 2.8. Markentabelle

Symbols:

FE01	ARG1	FE03	ARG2	FE05	ARG3
F105	ASHEX	F021	BEGIN	0008	BS
F9F7I	CHARGEN	F735	CINIT	F75E	CIX
000C	CLS	F917I	CLSCREEN	F919I	CLSW
F125	CNVBN	000D	CP1A	000F	CP1B
F794	CP0	F72B	CP00	F72C	CP01
F72E	CP011	000D	CR	F1C0	CRALF
F76B	CRI	F71D	CRI1	C000	CRTBG
FE37	CRTRAM	0019	CSIOA	001B	CSIOB
F74F	CSTS	F75D	CSTSR	F747	CTAB
0014	CTC0	0015	CTC1	0016	CTC2
0017	CTC3	000A	CURD	0008	CURL
0015	CURR	FE39	CURXY	FE07	DATA
000C	DP1A	000E	DP1B	0018	DSIOA
001A	DSIOB	0003	EOF	0004	EOT
0006	ERA	F054	ERROR	001B	ESC
FE3B	ESCSEQ	0003	ETX	F65B	FILL1
FDF7	FINA	FDFF	FITY	F15A	FNEXT
F0E6	GCOM	F0B8	GFINA	F0D7	GFITY
F943	GPAGE	001D	GS	FFED	HEAD
F6D1	HELP1	0001	HOME	F0FD	INHEX
F186	INL	F18D	INL00	FE17	INTV
FE3D	IOB	0084	IOBYT	F6FE	IOBYTE
FE4D	IORET	F716	IOSET	0009	KEYBC
0008	KEYBD	F3EB	LDEXT	000A	LF
F3F9	LOAD	F067	MAIN	F1DB	MEM
F38D	MEMMO	F6A8	MEMSI	F3C6	MOVE
001E	NL	F136	OUTH	F13F	OUTH1
F14A	OUTH2	F14F	OUTHL	F179	PRINT
FE3E	PRINTER	0000	ROMOF	0004	ROMON
F558	SAEXT	F578	SAVE	0001	SOH
FF6B	STACK	0002	STX	F000	SUCHBG
FE50	TXTBU	FE4E	TXTPT	FE41	USERCO
FE4A	USERLO	FE47	USERPO	FE44	USERRI
0010	VIDEO				

SAVE, LOAD, HELP und viele andere Unterprogramme.

Das Monitorprogramm modifiziert sich während seines Laufs selbst. Das Programm ist nur im RAM lauffähig! Der Speicherbereich ab 0F000H muß also unbedingt RAM-Bereich sein.

Als Referenz zu [2] wirkt die Markentabelle 2.8., die viele wichtige Adressen enthält. Obwohl das Monitorprogramm hier nur als Hex-Dump abgedruckt werden kann, sind so doch einige Eingriffe möglich. Eine Ausnahme bilden die Bildschirmroutinen, die der folgende Abschnitt erläutert.

2.8.4. Grafiksoftware

Die Hardwaregestaltung des Computers erlaubt eine Grafikauflösung von 256 mal 256 Bildpunkten. Mit den in früheren Abschnitten gegebenen Hinweisen ist eine Erhöhung der Bildauflösung bzw. die Aufrüstung auf Farbbetrieb denkbar und möglich. Um nach einer Hardwareerweiterung auch die Software den neuen Gegebenheiten anzupassen, soll dem Amateur als Grundstock die Grafiksoftware des Monitorprogramms als detailliertes Assemblerlisting zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin kann der Anwender so die Eigenschaften der Grafiksoftware den eigenen Wünschen anpassen.

Die Grafikgrundsoftware unterstützt in der vorgestellten Form die Darstellung von Texten auf 24 Zeilen zu je 32 Zeichen sowie das Setzen und Löschen von Punkten oder Vektoren auf der 256 mal 256 großen Bildpunktmatrix.

Die Kommandos werden an der CO-Schnittstelle des Monitorprogramms übergeben. Dabei befindet sich das auszugebende Zeichen im Register C des Prozessors. Handelt es sich um einen Grafikbefehl, so müssen eventuell notwendige Koordinaten wie folgt übergeben werden:

Register L Zielkoordinate x,
Register H Zielkoordinate y,
Register E Anfangskoordinate x,
Register D Anfangskoordinate y.

Die Bildschirmsteuersoftware versteht viele Befehle:

CR 0DH
Carriage, Return, Wagenrücklauf
Der Cursor kehrt an den Zeilenanfang zurück, CR wird meist gemeinsam mit LF angewendet. CR ist auch das Abschlußzeichen bei einer Eingabe über die Tastatur (RETURN-Taste).

LF OAH
Line Feed, Zeilenvorschub
Der Cursor bewegt sich eine Zeile tiefer. Dabei wird gegebenenfalls der Bildschirminhalt nach oben gerollt.

BS 08H
Backspace
Der Cursor bewegt sich um eine Position nach links.

HOME 01H
Der Cursor wird am Bildschirmanfang positioniert.

RIGH 15H
Der Cursor bewegt sich um eine Position nach rechts. Dabei wird gegebenenfalls ein LF und eventuell ein Rollen ausgeführt.

UP 1AH
Der Cursor bewegt sich um eine Zeile nach oben.

CLS 0CH
Löscht den Bildschirm. Anschließend wird ein HOME ausgeführt, so daß der Cursor nach Ausführung des Kommandos CLS am Bildschirmanfang steht.

ESC 1EH
Excape, Umschaltung
Die nach ESC folgenden Zeichen werden nicht nach dem ASCII-Code interpretiert. Sie bilden Steuersequenzen, die ein Befehlsdecoder entschlüsselt und zur Ausführung bringt. Mehrere Escapesequenzen versteht die Software, die nachfolgend beschrieben werden.

ESC rc
Der Cursor wird auf die Zeile r-80H und die Spalte c-80H positioniert. Um den Cursor zu positionieren, müssen also 3 Zeichen für eine komplette Escapesequenz ausgegeben werden, wobei das gesetzte 8. bit bei der Ausgabe der Koordinaten die Cursorpositionierung kennzeichnet.

ESC 00H
CLSREEN: Löscht den Bildschirm. Entspricht dem Befehl CLS.

ESC 01H

CLSW: Löscht den Bildschirm weiß.
ESC 02H
SETPOINT: Setzt oder löscht einen Punkt auf den Koordinaten, die in den Registern H und L übergeben wurden.
ESC 03H
DRAW: Zeichnet oder löscht einen Vektor von den Koordinaten, die in den Registern D und E übergeben wurden, nach einem Punkt mit den Koordinaten, die in den Registern H und L übergeben wurden.
ESC 04H
POINT: Testet, ob der Bildpunkt mit den Koordinaten in den Registern H und L gesetzt ist: Zero-Flag gesetzt ≙ Bildpunkt war dunkel. Zero-Flag nicht gesetzt ≙ Bildpunkt war hell.
ESC 05H
PENUP: Der Schreibstift wird angehoben. Dieser Befehl stammt aus der Plottertechnik. Ist der Schreibstift angehoben, sind alle Zeichenbefehle ohne Wirkung.
ESC 06H
PENDOWN: Der Schreibstift wird abgesenkt. Umkehrung des Befehls PENUP. Zeichnen ist erst nach PENDOWN möglich. Die Software wird mit PENDOWN initialisiert.
ESC 07H
ERASER: Schaltet den Schreibmodus auf «Radiergummi» um. Es können bereits gezeichnete Linien oder Punkte wieder gelöscht werden.
ESC 08H
PEN: Schaltet den normalen Schreibmodus ein (Initialisierungszustand).
ESC 09H
PAGE: Diese Funktion erlaubt die Erzeugung mehrerer Bildschirmseiten. Das Doppelregister enthält beim Aufruf die Adresse des Bildwiederholspeichers, auf den die Grafikbefehle wirken. Das Doppelregister DE enthält die Adresse des Bildwiederholspeichers, der durch die Hardware zur Anzeige gebracht wird. Zu beachten ist, daß bei der vorgestellten Hard- und Software diese Adressen Vielfache von 8 Kbyte sein müssen.
ESC 0BH
CURSOR OFF: Cursordarstellung wird unterdrückt. Diese Betriebsart ist sinnvoll, wenn Grafiken erstellt werden sollen und ein irgendwo auf dem Bildschirm stehender Cursor stört.
ESC 0CH
CURSOR ON: Cursor wird angezeigt. (Initialisierungswert)

Selbstverständlich sind diese Befehle nur Grundbefehle. Beispielsweise wären folgende Erweiterungen denkbar:

- Erhöhung der Anzahl der Zeichen je Zeile. Bei einer Zeichenmatrix von 6 mal 10 Bildpunkten ist eine Textdarstellung von 40 Zeichen auf 24 Zeilen denkbar.
- Erweiterung der Grafikgrundbefehle: Quadrate oder Kreise.
- Bildschirmattribute (Blinken, Invertieren usw.).
- Verlegen des Grafiknullpunktes koordinatengemäß auf unten links.
- Maßstabsänderung und Kursivdarstellung des Zeichensatzes.

Mit Hilfe des Assemblerlistings kann der Programmfluß verfolgt werden. Nach Auswerten des IO-bytes gelangt das Zeichen zur Conout-Routine. Nach dem Retten aller Register wird der Cursor gelöscht. Je nachdem ob eine Escapesequenz läuft oder nicht, wird das Programm verzweigt:

1. Es läuft keine Escapesequenz. Test, ob eine beginnt, wenn nicht Sprung zum Textausgabeteil des Programms (con2).
2. Es läuft eine Escapesequenz. Auswertung der Steuerfolge. Entweder Cursor positionieren oder Grafikbefehl ausführen.

Der Cursor wird im Programmteil ab con1 positioniert. Das Programm weist keine Besonderheiten auf, wertet ab Marke con12 den Grafikbefehl aus und steuert die Sprungverteilung zu den entsprechenden Unterprogrammen. Die Tabelle contbl enthält die Sprungadressen.

Ein wichtiges Unterprogramm ist setpoint. Hier wird aus den in den Registern H und L übergebenen Koordinaten eine Adresse im Bildwiederholspeicher berechnet. Wie schon früher beschrieben, ist der Bildschirm horizontal in 8 bit breite Zeichenfelder aufgeteilt. Dies ergibt sich aus der Verarbeitungsbreite von einem byte des Mikroprozessors *U 880*. Der Bildwiederholspeicher kann demzufolge auch nur byteweise beschrieben oder gelesen werden. Da bei einer Grafikausgabe

aber jeder beliebige Punkt auf dem Bildschirm zugänglich sein soll, muß die Routine setpoint zusätzlich auf einzelne bits im byte zugreifen können. Das Programm setpoint dividiert zunächst die Koordinaten durch 8, um die relative Byteadresse im Bildwiederholspeicher zu bestimmen. Die zweckmäßige Zuordnung der Koordinaten Y und x zu den Registern H und L erlaubt diese einfache Lösung. Nun muß man die Bitposition bestimmen. Sie ergibt sich einfach aus den niederwertigen 3 bits der x-Koordinate. Mit Hilfe mehrerer Schiebebefehle und einem OR-Befehl wird der *U 880*-Befehl SET X, (HL) sozusagen zusammengebastelt (hier steht X für das entsprechend zu beeinflussende bit). Nachdem die Adresse des Bildpunkts durch die Bildwiederholspeicheranfangsadresse vervollständigt wurde, wird der erzeugte Bitbefehl ausgeführt.

Die Unterprogramme pen, erase und point modifizieren den genannten OR-Befehl (siehe Marke setp1) derart, daß je nach Betriebsart die Befehle SET x, (HL), RES x, (HL) oder BIT x, (HL) generiert werden (x steht immer für das entsprechende bit). Wie zu erkennen ist, modifiziert sich das Programm entsprechend der auszuführenden Funktion und deren Parameter. Diese Verfahrensweise ermöglicht schnell laufende und kurze Programme. Gerade bei Grafikbefehlen muß die Laufzeit besonders gering sein. Insbesondere gilt das für setpoint, denn die noch zu beschreibende Routine draw zeichnet ja eine Linie aus vielen Einzelpunkten, wozu sie sehr oft setpoint aufruft. Selbstmodifizierende Programme eignen sich nur für den RAM-Speicher. Weiterhin stehen sie nur sehr selten so im Speicher, wie sie beispielsweise im Assemblerlisting abgedruckt sind. Vor allem erschwert dieser Umstand die Fehlersuche in der Entwicklungsphase. Doch wegen der genannten Vorteile wurden die weniger schwerwiegenden Nachteile in Kauf genommen.

Ein weiteres Unterprogramm, das in dieser Art programmiert wurde, ist draw. Draw zeichnet Vektoren von den Anfangskoordinaten x0 und y0 (Register DE) zu den Endkoordinaten x1 und y1 (Register HL). Nach Tausch der Koordinaten werden die Geradensteigungen dx und dy berechnet. Mit deren Hilfe wird der Vektor gezeichnet. Man benutzt dazu einen relativ einfachen Algorithmus, der auf *Bresenham* zurückgeht. An einer gedachten Linie von (x0,y0) nach (x1,y1) sind die einzelnen Bildpunkte so zu setzen, daß sie möglichst nahe an dieser Linie liegen. Geht die Linie beispielsweise von unten links nach rechts oben, so muß man, daraus ableitend, einen Schritt nach oben gehen, wenn man sich unterhalb dieser gedachten Linie befindet. Ist man aber gerade oberhalb dieser Linie, so muß man die momentane Schreibposition nach rechts bewegen. Das wird erreicht, wenn man die Steigung in x- und y-Richtung mit der gewünschten Geradensteigung vergleicht. Im Grunde läßt sich das Verfahren so weit vereinfachen, daß lediglich das Vorzeichen der momentanen Steigung zur Entscheidung, ob ein Schritt in x- oder y-Richtung gemacht werden soll, herangezogen wird. Nun müssen noch weitere Fälle berücksichtigt werden, damit das Ganze auch funktioniert. Erstens soll der Algorithmus bei Zeichenbefehlen aus allen 4 Quadranten nach allen 4 Quadranten arbeiten. Erreicht wird das durch entsprechende Negationen und Programmodifikationen. Zweitens müssen Sonderfälle berücksichtigt werden (z. B. das Zeichnen einer Geraden), was eine sinnvolle Vorbelegung erfordert. Das Unterprogramm draw erfüllt all diese Bedingungen und ermöglicht in Verbindung mit setpoint ein recht schnelles Zeichnen von Vektoren auf dem Bildschirm. Das Unterprogramm char kopiert ein Zeichen aus dem Zeichengenerator (chargen) in den Bildwiederholspeicher. Anschließend wird der Cursor auf die nächste Schreibposition bewegt. Der Zeichengenerator selbst ist sozusagen Bestandteil des Programms. Demzufolge steht er ebenfalls im RAM-Speicher und kann beliebig verändert werden. Bild 2.54 zeigt den Zeichensatz mit den dazugehörigen Hexcodes. Mit der Monitorfunktion MEMORY können bequem einzelne Zeichen verändert werden. Es ist sogar denkbar, einen gänzlich anderen Zeichensatz vom Magnetband nachzuladen, z. B. einen ganz speziellen Zeichensatz aus Buchstaben, Zahlen und Impulssymbolen, um mit dem Computer einen einfachen Logikanalysator zu realisieren (Bild 2.55).

```
········ 00H    ·····■·· 20H    ····■·■· 50H    ····■·■· 50H
········ 00H    ·····■·· 20H    ····■·■· 50H    ····■·■· 50H
········ 00H    ·····■·· 20H    ····■·■· 50H    ···■■■■■ F8H
········ 00H    ·····■·· 20H    ········ 00H    ····■·■· 50H
········ 00H    ·····■·· 20H    ········ 00H    ···■■■■■ F8H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ····■·■· 50H
········ 00H    ·····■·· 20H    ········ 00H    ····■·■· 50H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

·····■·· 20H    ···■■··· 18H    ····■■·· 30H    ·····■■· 60H
····■■■■ F0H    ···■■··■ 98H    ···■··■· 48H    ·····■■· 60H
···■·■·· 28H    ······■· 40H    ···■·■·· 28H    ······■· 40H
····■■■· 70H    ·····■·· 20H    ····■··· 10H    ·····■·· 20H
·····■·■ A0H    ····■··· 10H    ···■·■·■ A8H    ········ 00H
···■■■■· 78H    ···■··■■ C8H    ···■··■· 48H    ········ 00H
·····■·· 20H    ······■■ C0H    ····■■·■ B0H    ········ 00H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

······■· 40H    ····■··· 10H    ·····■·· 20H    ········ 00H
·····■·· 20H    ·····■·· 20H    ···■·■·■ A8H    ·····■·· 20H
····■··· 10H    ······■· 40H    ····■■■· 70H    ·····■·· 20H
····■··· 10H    ······■· 40H    ···■■■■■ F8H    ···■■■■■ F8H
····■··· 10H    ······■· 40H    ····■■■· 70H    ·····■·· 20H
·····■·· 20H    ·····■·· 20H    ···■·■·■ A8H    ·····■·· 20H
······■· 40H    ····■··· 10H    ·····■·· 20H    ········ 00H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ·······■ 80H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ······■· 40H
········ 00H    ···■■■■■ F8H    ········ 00H    ·····■·· 20H
·····■■· 60H    ········ 00H    ········ 00H    ····■··· 10H
·····■■· 60H    ········ 00H    ····■■·· 30H    ···■···· 08H
······■· 40H    ········ 00H    ····■■·· 30H    ········ 00H
·····■·· 20H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

····■■■· 70H    ·····■·· 20H    ····■■■· 70H    ····■■■· 70H
···■···■ 88H    ····■■·· 30H    ···■···■ 88H    ···■···■ 88H
···■···■ 88H    ·····■·· 20H    ·······■ 80H    ·······■ 80H
···■·■·■ A8H    ·····■·· 20H    ·····■■· 60H    ····■■■· 70H
···■···■ 88H    ·····■·· 20H    ····■··· 10H    ·······■ 80H
···■···■ 88H    ·····■·· 20H    ···■···· 08H    ···■···■ 88H
····■■■· 70H    ····■■■· 70H    ···■■■■■ F8H    ····■■■· 70H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

······■· 40H    ···■■■■■ F8H    ·····■■· 60H    ···■■■■■ F8H
·····■■· 60H    ···■···· 08H    ····■··· 10H    ·······■ 80H
····■·■· 50H    ···■···· 08H    ···■···· 08H    ······■· 40H
···■··■· 48H    ···■■■■· 78H    ···■■■■· 78H    ·····■·· 20H
··■■■■■■ FCH    ·······■ 80H    ···■···■ 88H    ····■··· 10H
······■· 40H    ···■···■ 88H    ···■···■ 88H    ···■···· 08H
······■· 40H    ····■■■· 70H    ····■■■· 70H    ···■···· 08H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

····■■■· 70H    ····■■■· 70H    ········ 00H    ········ 00H
···■···■ 88H    ···■···■ 88H    ····■■·· 30H    ····■■·· 30H
···■···■ 88H    ···■···■ 88H    ····■■·· 30H    ····■■·· 30H
····■■■· 70H    ····■■■■ F0H    ········ 00H    ········ 00H
···■···■ 88H    ·······■ 80H    ····■■·· 30H    ····■■·· 30H
···■···■ 88H    ······■· 40H    ····■■·· 30H    ····■■·· 30H
····■■■· 70H    ····■■·· 30H    ········ 00H    ·····■·· 20H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ····■··· 10H
```

```
······■·  40H    ········  00H    ····■···  10H    ····■■■·  70H
·····■··  20H    ········  00H    ·····■··  20H    ···■···■  88H
····■···  10H    ···■■■■■  F8H    ······■·  40H    ·······■  80H
···■····  08H    ········  00H    ·······■  80H    ······■·  40H
····■···  10H    ···■■■■■  F8H    ······■·  40H    ·····■··  20H
·····■··  20H    ········  00H    ·····■··  20H    ········  00H
······■·  40H    ········  00H    ····■···  10H    ·····■··  20H
········  00H    ········  00H    ········  00H    ········  00H

····■■■·  70H    ·····■··  20H    ···■■■■·  78H    ····■■■·  70H
···■···■  88H    ····■·■·  50H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
·······■  80H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■····  08H
····■■·■  B0H    ···■···■  88H    ···■■■■·  78H    ···■····  08H
···■·■·■  A8H    ···■■■■■  F8H    ···■···■  88H    ···■····  08H
···■·■·■  A8H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
····■■■·  70H    ···■···■  88H    ···■■■■·  78H    ····■■■·  70H
········  00H    ········  00H    ········  00H    ········  00H

···■■■■·  78H    ···■■■■■  F8H    ···■■■■■  F8H    ····■■■·  70H
···■···■  88H    ···■····  08H    ···■····  08H    ···■···■  88H
···■···■  88H    ···■····  08H    ···■····  08H    ···■····  08H
···■···■  88H    ···■■■■·  78H    ···■■■■·  78H    ···■·■■■  E8H
···■···■  88H    ···■····  08H    ···■····  08H    ···■···■  88H
···■···■  88H    ···■····  08H    ···■····  08H    ···■···■  88H
···■■■■·  78H    ···■■■■■  F8H    ···■····  08H    ····■■■■  F0H
········  00H    ········  00H    ········  00H    ········  00H

···■···■  88H    ····■■■·  70H    ·······■  80H    ···■···■  88H
···■···■  88H    ·····■··  20H    ·······■  80H    ···■··■·  48H
···■···■  88H    ·····■··  20H    ·······■  80H    ···■·■··  28H
···■■■■■  F8H    ·····■··  20H    ·······■  80H    ···■■···  18H
···■···■  88H    ·····■··  20H    ·······■  80H    ···■·■··  28H
···■···■  88H    ·····■··  20H    ···■···■  88H    ···■··■·  48H
···■···■  88H    ····■■■·  70H    ····■■■·  70H    ···■···■  88H
········  00H    ········  00H    ········  00H    ········  00H

···■····  08H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ····■■■·  70H
···■····  08H    ···■■·■■  D8H    ···■■··■  98H    ···■···■  88H
···■····  08H    ···■·■·■  A8H    ···■·■·■  A8H    ···■···■  88H
···■····  08H    ···■·■·■  A8H    ···■··■■  C8H    ···■···■  88H
···■····  08H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
···■····  08H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
···■■■■■  F8H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ····■■■·  70H
········  00H    ········  00H    ········  00H    ········  00H

···■■■■·  78H    ····■■■·  70H    ···■■■■·  78H    ····■■■·  70H
···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■····  08H
···■■■■·  78H    ···■···■  88H    ···■■■■·  78H    ····■■■·  70H
···■····  08H    ···■·■·■  A8H    ···■·■··  28H    ·······■  80H
···■····  08H    ···■··■·  48H    ···■··■·  48H    ···■···■  88H
···■····  08H    ····■■·■  B0H    ···■···■  88H    ····■■■·  70H
········  00H    ········  00H    ········  00H    ········  00H

···■■■■■  F8H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
·····■··  20H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
·····■··  20H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
·····■··  20H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■·■·■  A8H
·····■··  20H    ···■···■  88H    ···■···■  88H    ···■·■·■  A8H
·····■··  20H    ···■···■  88H    ····■·■·  50H    ···■■·■■  D8H
·····■··  20H    ····■■■·  70H    ·····■··  20H    ···■···■  88H
········  00H    ········  00H    ········  00H    ········  00H
```

```
···■···■ 88H    ···■···■ 88H    ···■■■■■ F8H    ····■■■· 70H
···■···■ 88H    ···■···■ 88H    ·······■ 80H    ····■··· 10H
····■·■· 50H    ···■···■ 88H    ······■· 40H    ····■··· 10H
·····■·· 20H    ····■·■· 50H    ·····■·· 20H    ····■··· 10H
····■·■· 50H    ·····■·· 20H    ····■··· 10H    ····■··· 10H
···■···■ 88H    ·····■·· 20H    ···■···· 08H    ····■··· 10H
···■···■ 88H    ·····■·· 20H    ···■■■■■ F8H    ····■■■· 70H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

········ 00H    ····■■■· 70H    ·····■·· 20H    ········ 00H
···■···· 08H    ······■· 40H    ····■■■· 70H    ········ 00H
····■··· 10H    ······■· 40H    ···■·■·■ A8H    ········ 00H
·····■·· 20H    ······■· 40H    ·····■·· 20H    ········ 00H
······■· 40H    ······■· 40H    ·····■·· 20H    ········ 00H
·······■ 80H    ······■· 40H    ·····■·· 20H    ········ 00H
········ 00H    ····■■■· 70H    ·····■·· 20H    ···■■■■■ F8H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

····■■·· 30H    ········ 00H    ····■··· 10H    ········ 00H
····■■·· 30H    ········ 00H    ····■··· 10H    ········ 00H
····■··· 10H    ····■■·· 30H    ····■■■· 70H    ·····■■· 60H
·····■·· 20H    ······■· 40H    ····■··■ 90H    ····■··■ 90H
········ 00H    ···■■■■· 78H    ····■··■ 90H    ····■··· 10H
········ 00H    ···■··■· 48H    ····■··■ 90H    ····■··· 10H
········ 00H    ···■■■■■ F8H    ···■■■■· 78H    ·····■■■ E0H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

······■· 40H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H
······■· 40H    ········ 00H    ······■■ C0H    ········ 00H
····■■■· 70H    ·····■■· 60H    ·····■·· 20H    ·····■■■ E0H
···■··■· 48H    ····■··■ 90H    ····■■■· 70H    ····■··■ 90H
···■··■· 48H    ····■■■· 70H    ·····■·· 20H    ····■··■ 90H
···■··■· 48H    ····■··· 10H    ·····■·· 20H    ·····■■■ E0H
····■■■■ F0H    ·····■■■ E0H    ·····■·· 20H    ·······■ 80H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ····■■■■ F0H

····■··· 10H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H
····■··· 10H    ·····■·· 20H    ······■· 40H    ····■··· 10H
····■■■· 70H    ········ 00H    ········ 00H    ····■··■ 90H
····■··■ 90H    ·····■·· 20H    ······■· 40H    ····■·■· 50H
····■··■ 90H    ·····■·· 20H    ······■· 40H    ····■■·· 30H
····■··■ 90H    ·····■·· 20H    ······■· 40H    ····■·■· 50H
····■··■ 90H    ·····■·· 20H    ····■·■· 50H    ····■··■ 90H
········ 00H    ········ 00H    ·····■·· 20H    ········ 00H

········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H
····■··· 10H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H
·····■·· 20H    ···■■·■· 58H    ····■■■· 70H    ·····■■· 60H
·····■·· 20H    ···■·■·■ A8H    ····■··■ 90H    ····■··■ 90H
·····■·· 20H    ···■·■·■ A8H    ····■··■ 90H    ····■··■ 90H
·····■·· 20H    ···■·■·■ A8H    ····■··■ 90H    ····■··■ 90H
·····■■· 60H    ···■···■ 88H    ····■··■ 90H    ·····■■· 60H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H

········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H
········ 00H    ········ 00H    ········ 00H    ········ 00H
····■■■· 70H    ····■■■· 70H    ····■·■■ D0H    ·····■■■ E0H
····■··■ 90H    ···■··■· 48H    ····■■·· 30H    ····■··· 10H
····■··■ 90H    ···■··■· 48H    ····■··· 10H    ·····■■· 60H
····■■■· 70H    ····■■■· 70H    ····■··· 10H    ·······■ 80H
····■··· 10H    ······■· 40H    ····■··· 10H    ····■■■· 70H
····■··· 10H    ······■■ C0H    ········ 00H    ········ 00H
```

```
········  00H    ········  00H    ········  00H    ········  00H
·····■··  20H    ········  00H    ········  00H    ········  00H
····■■■·  70H    ···■··■·  48H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
·····■··  20H    ···■··■·  48H    ···■···■  88H    ···■···■  88H
·····■··  20H    ···■··■·  48H    ····■·■·  50H    ···■·■·■  A8H
·····■·■  A0H    ···■··■·  48H    ····■·■·  50H    ···■·■·■  A8H
······■·  40H    ····■■■■  F0H    ·····■··  20H    ····■·■·  50H
········  00H    ········  00H    ········  00H    ········  00H

········  00H    ········  00H    ········  00H    ······■·  40H
········  00H    ········  00H    ········  00H    ·····■··  20H
···■···■  88H    ····■··■  90H    ···■■■■■  F8H    ·····■··  20H
····■·■·  50H    ····■··■  90H    ······■·  40H    ····■···  10H
·····■··  20H    ·····■·■  A0H    ·····■··  20H    ·····■··  20H
····■·■·  50H    ······■■  C0H    ····■···  10H    ·····■··  20H
···■···■  88H    ·······■  80H    ···■■■■■  F8H    ······■·  40H
········  00H    ·····■■■  E0H    ········  00H    ········  00H

·····■··  20H    ····■···  10H    ········  00H    ···■·■·■  A8H
·····■··  20H    ·····■··  20H    ····■···  10H    ····■·■·  50H
·····■··  20H    ·····■··  20H    ···■·■·■  A8H    ···■·■·■  A8H
·····■··  20H    ······■·  40H    ······■·  40H    ····■·■·  50H
·····■··  20H    ·····■··  20H    ········  00H    ···■·■·■  A8H
·····■··  20H    ·····■··  20H    ········  00H    ····■·■·  50H
·····■··  20H    ····■···  10H    ········  00H    ···■·■·■  A8H
·····■··  20H    ········  00H    ········  00H    ········  00H
```

Bild 2.54
Zeichengenerator in grafischer und hexadezimaler Form. (Achtung: das höchstwertigste bit steht jeweils rechts!)

Bild 2.55 Grafik-Unterprogramme

```
                              .comment;

*******************************************************
*       Grafik-Routinen fuer 256*256 pixel             *
*       Alpha-Routinen fuer 32*24 zeichen              *
*******************************************************

Parameteruebergabe
C: Zeichen oder Steuercode
H: y zielkoordinate
L: x zielkoordinate
D: y
E: x
F: Z-Flag (POINT)


F7D3                conout::
F7D3     D5                     push de        ;register retten
F7D4     C5                     push bc
F7D5     32 FE3C                ld   (akku),a
F7D8     DD E5                  push ix
F7DA     E5                     push hl        ;wegen grafikbefehle
F7DB     C3         coinit:     defb 0c3h   ;jp vor init, ld hl,... nach init
F7DC     F90B       cursor:     defw coini     ;nach init cursoradresse
F7DE     36 00      curs1:      ld   (hl),0    ;corsor loeschen
F7E0     79                     ld   a,c       ;zeichen
F7E1     21 FE3B                ld   hl,escseq
F7E4     CB 46                  bit  0,(hl)    ;lauft esc-sequenz?
F7E6     20 0B                  jr   nz,con1   ;ja
F7E8     FE 1B                  cp   esc       ;
F7EA     C2 F876                jp   nz,con2   ;normales zeichen
F7ED     CB C6                  set  0,(hl)    ;esc-flag
F7EF     CB 8E                  res  1,(hl)    ;rc-flag
F7F1     18 31                  jr   coret

F7F3     CB 7F      con1:       bit  7,a       ;grafikbefehl?
F7F5     28 40                  jr   z,con12   ;ja
F7F7     CB 4E                  bit  1,(hl)    ;r?
F7F9     CB CE                  set  1,(hl)
F7FB     CB BF                  res  7,a
F7FD     28 0C                  jr   z,con10   ;row
F7FF     CB 86                  res  0,(hl)
F801     06 00                  ld   b,0
F803     CB B9                  res  7,c       ;col
F805     2A FE39                ld   hl,(curxy)
F808     09                     add  hl,bc
F809     18 0D                  jr   conret


F80B     21 0000    con10:      ld   hl,0      ;adresse bildwiederholspeicher
F80E     B7                     or   a         ;spalte 0?
F80F     28 07                  jr   z,conret
F811     47                     ld   b,a       ;multiplikationszaehler
F812     11 0140                ld   de,10*20h ;abstand zwischen zwei zeilen
F815     19         con100:     add  hl,de
F816     10 FD                  djnz con100
F818     22 FE39    conret:     ld   (curxy),hl
F81B     11 0120                ld   de,9*32           ;cursorzeile
F81E     19                     add  hl,de             ;berechnen
F81F     36 F8      curs2:      ld   (hl),11111000b    ;cursor
```

```
F821    22 F7DC             ld    (cursor),hl
F824    E1        coret:    pop   hl                 ;register
F825    DD E1               pop   ix
F827    C1                  pop   bc
F828    D1                  pop   de
F829    3A FE3C             ld    a,(akku)
F82C    C9                  ret
F82D              coret1:
F82D    D9                  exx                      ;register bei grafik
F82E    08                  ex    af,af'
F82F    F1                  pop   af
F830    C1                  pop   bc
F831    D1                  pop   de
F832    E1                  pop   hl
F833    D9                  exx
F834    08                  ex    af,af'
F835    18 ED               jr    coret

                            ;grafik-befehle
F837    CB 86     con12:    res   0,(hl)        ;esc-flag ruecksetzen
F839    E1                  pop   hl
F83A    E5                  push  hl            ;register retten
F83B    D9                  exx
F83C    08                  ex    af,af'
F83D    E5                  push  hl
F83E    D5                  push  de
F83F    C5                  push  bc
F840    F5                  push  af
F841    21 F82D             ld    hl,coret1
F844    E5                  push  hl
F845    D9                  exx
F846    E5                  push  hl
F847    21 F855             ld    hl,contbl
F84A    06 00               ld    b,0
F84C    CB 21               sla   c             ;*2
F84E    09                  add   hl,bc         ;adresse der grafikroutine
F84F    7E                  ld    a,(hl)
F850    23                  inc   hl
F851    66                  ld    h,(hl)
F852    6F                  ld    l,a
F853    E3                  ex    (sp),hl       ;hl wieder koordinate
F854    C9                  ret

                            ;tabelle der grafikbefehle
F855    F917      contbl:   defw clscreen     ;0
F857    F919                defw clsw         ;1
F859    F95F                defw setpoint     ;2
F85B    F97D                defw draw         ;3
F85D    F9D4                defw point        ;4
F85F    F9EE                defw penup        ;5
F861    F9F1                defw pendn        ;6
F863    F9E5                defw erase        ;7
F865    F9E8                defw pen          ;8
F867    F943                defw gpage        ;9
F869    F875                defw reserve      ;10
F86B    F939                defw cursof       ;11
F86D    F92C                defw curson       ;12
F86F    F875                defw reserve      ;13
F871    F875                defw reserve      ;14
F873    F875                defw reserve      ;15
```

```
F875                    reserve:
F875    C9                      ret         ;nicht benutzt, reserve dient der
                                            ;erweiterung.

                                ;text ausgabe
F876    21 F818         con2:   ld   hl,conret
F879    E5                      push hl             ;ruecksprung (cursor an)
F87A    E6 7F                   and  7fh
F87C    FE 20                   cp   ' '            ;alpha oder steuerzeichen?
F87E    38 2D                   jr   c,con3         ;steuerzeichen
                                ;zeichen auf bildschirm schreiben
F880    6F              char::  ld   l,a            ;zeichencode
F881    26 00                   ld   h,0
                                rept 3              ;*8
                                add  hl,hl
                                endm
F883    29              +       add  hl,hl
F884    29              +       add  hl,hl
F885    29              +       add  hl,hl
F886    11 F9F7                 ld   de,chargen
F889    19                      add  hl,de          ;adresse im zeichengenerator
F88A    DD 2A FE39              ld   ix,(curxy)     ;cursor
F88E    DD E5                   push ix
F890    11 0020                 ld   de,20h         ;offset zur naechsten zeile
F893    06 08                   ld   b,8
F895    7E              char1:  ld   a,(hl)         ;zeile im zeichen
F896    DD 77 00                ld   (ix),a      ;in den bildwiederholspeicher
F899    23                      inc  hl             ;naechste zeile im zeichen
F89A    DD 19                   add  ix,de  ;naechste zeile auf dem bildschirm
F89C    10 F7                   djnz char1          ;weiter
F89E    E1                      pop  hl

                                ;cursor rechts
F89F    23              cocur:  inc  hl             ;naechste zeichenposition
F8A0    7D                      ld   a,l            ;test ob noch in zeile
F8A1    E6 1F                   and  00011111b
F8A3    C0                      ret  nz             ;keine neue zeile
F8A4    2B                      dec  hl             ;zur korrektur
F8A5    CD F8D0                 call cocr           ;cr ausfuehren
F8A8    3E 0A                   ld   a,lf           ;anschliessend lf
F8AA    22 FE39                 ld   (curxy),hl

F8AD    2A FE39         con3:   ld   hl,(curxy)
F8B0    11 0140                 ld   de,10*20h ;abstand zwischen zwei zeilen
F8B3    FE 0D                   cp   cr
F8B5    28 19                   jr   z,cocr         ;carriage return
F8B7    FE 0A                   cp   lf
F8B9    28 1A                   jr   z,colf         ;line feed
F8BB    FE 08                   cp   bs
F8BD    28 37                   jr   z,cobs         ;bs
F8BF    FE 0C                   cp   cls
F8C1    28 54                   jr   z,clscreen     ;cls
F8C3    FE 01                   cp   home
F8C5    28 61                   jr   z,cohome       ;home
F8C7    FE 1A                   cp   curu
F8C9    28 35                   jr   z,cocuup       ;cursor hoch
F8CB    FE 15                   cp   curr
F8CD    28 D0                   jr   z,cocur        ;cursor rechts
F8CF    C9                      ret
```

```
                                ;carriage return
F8D0    7D          cocr:       ld   a,l           ;1. position herstellen
F8D1    E6 E0                   and  11100000b
F8D3    6F                      ld   l,a
F8D4    C9                      ret

                                ;line feed
F8D5    19          colf:       add  hl,de         ;naechste zeile
F8D6    7C                      ld   a,h
F8D7    E6 1F                   and  00011111b     ;relative position
F8D9    FE 1F                   cp   24*10/8+1     ;im bildschirmbereich?
F8DB    D8                      ret  c             ;ja
F8DC    ED 52       corol:      sbc  hl,de         ;wieder zurueckrechnen
F8DE    E5                      push hl
F8DF    21 0000     coroll:     ld   hl,0 ;adresse des bildwiederholspeichers
F8E2    E5                      push hl
F8E3    19                      add  hl,de         ;1. zeile
F8E4    D1                      pop  de
F8E5    01 1E00                 ld   bc,240*32     ;anzahl
F8E8    ED B0                   ldir
F8EA    62                      ld   h,d           ;nun letzte zeile loeschen
F8EB    6B                      ld   l,e
F8EC    13                      inc  de
F8ED    01 0200                 ld   bc,32*256-(240*32)
F8F0    36 00                   ld   (hl),0
F8F2    ED B0                   ldir
F8F4    E1                      pop  hl            ;cursoradresse
F8F5    C9                      ret


                                ;backstep
F8F6    7D          cobs:       ld   a,l
F8F7    E6 1F                   and  00011111b
F8F9    2B                      dec  hl
F8FA    C0                      ret  nz            ;normaler bs
F8FB    23                      inc  hl
F8FC    7D                      ld   a,l
F8FD    F6 1F                   or   00011111b     ;ans zeilenende
F8FF    6F                      ld   l,a           ;anschliessend cursor hoch

                                ;cursor hoch
F900    B7          cocuup:     or   a
F901    ED 52                   sbc  hl,de
F903    7C                      ld   a,h
F904    E6 E0                   and  11100000b
F906    FE 00       cocupl:     cp   0          ;ist cursor noch im bildschirm?
F908    D0                      ret  nc         ;ja
F909    18 1D                   jr   cohome

                                ;bildschirm loeschen
F90B    01 F818     coini:      ld   bc,conret
F90E    C5                      push bc
F90F    CD F943                 call gpage
F912    3E 21                   ld   a,21h         ;programm patchen
F914    32 F7DB                 ld   (coinit),a

F917                clscreen::
F917    AF                      xor  a             ;dunkel loeschen
F918    01                      defb 1
F919    3E FF       clsw::      ld   a,255         ;weiss loeschen
F91B    47                      ld   b,a
```

```
F91C    2A FE37                 ld    hl,(crtram)
F91F    70                      ld    (hl),b        ;loeschen
F920    54                      ld    d,h
F921    5D                      ld    e,l
F922    13                      inc   de
F923    01 2000                 ld    bc,256/8*256 ;anzahl
F926    ED B0                   ldir

                        ;home
F928    2A F80C     cohome:     ld    hl,(con10+1)
F92B    C9                      ret

F92C    21 0036     curson:     ld    hl,0036h      ;(ld (hl),0)
F92F    22 F7DE                 ld    (curs1),hl
F932    21 F836                 ld    hl,0f836h     ;(ld (hl),11111000b)
F935    22 F81F                 ld    (curs2),hl
F938    C9                      ret

F939    21 0000     cursof:     ld    hl,0       ;programm so veraendern, dass
F93C    22 F7DE                 ld    (curs1),hl  ;alle cursor zeichnenden
F93F    22 F81F                 ld    (curs2),hl ;befehle durch nops ersetzt
F942    C9                      ret                              ;werden.

F943    7C          gpage:      ld    a,h        ;hi-adresse des bildwiederhol-
F944    E6 E0                   and   11100000b ;speichers
F946    67                      ld    h,a
F947    2E 00                   ld    l,0
F949    22 FE37                 ld    (crtram),hl
F94C    22 FE39                 ld    (curxy),hl   ;programm patchen
F94F    22 F80C                 ld    (con10+1),hl
F952    22 F8E0                 ld    (coroll+1),hl
F955    32 F977                 ld    (setp3+1),a
F958    32 F907                 ld    (cocup1+1),a
F95B    7A                      ld    a,d
F95C    D3 10                   out   (video),a
F95E    C9                      ret

F95F                setpoint::
F95F    7D                      ld    a,l              ;x-adresse
                                                       ;adresse umrechnen
                                rept  3    ;/8 weil 8 pixel pro zeichenfeld
                                srl   h
                                rr    l
                                endm
F960    CB 3C       +           srl   h
F962    CB 1D       +           rr    l
F964    CB 3C       +           srl   h
F966    CB 1D       +           rr    l
F968    CB 3C       +           srl   h
F96A    CB 1D       +           rr    l
F96C    E6 07                   and   111b          ;vorderen bits zu 0
                                rept  3             ;*8 wegen  code der bitbefehle
                                rlca
                                endm
F96E    07          +           rlca
F96F    07          +           rlca
F970    07          +           rlca
F971    F6 C6       setp1:      or    11000110b    ; op-code des bit-befehls
F973    32 F97B                 ld    (setp2+1),a
F976    3E 00       setp3:      ld    a,0  ;hi-teil der bildschirmadresse
F978    B4                      or    h    ;tatsaechliche adresse bestimmen
```

```
F979    67                  ld    h,a
F97A    CB C6     setp2:    set   0,(hl)
F97C    C9                  ret

F97D    EB        draw::    ex    de,hl
F97E    7B                  ld    a,e           ;dx berechnen
F97F    95                  sub   l             ;dx=xend-x0
F980    06                  defb  06h           ;ld b,...
F981    2C                  inc   l
F982    30 04               jr    nc,draw2
F984    06                  defb  06h           ;ld b,...
F985    2D                  dec   l
F986    ED 44               neg                 ;dx=-dx
F988    F5        draw2:    push  af
F989    78                  ld    a,b
F98A    32 F9C4             ld    (xstep),a
F98D    7A        draw3:    ld    a,d           ;dy berechnen
F98E    94                  sub   h             ;dy=yend-y0
F98F    06                  defb  06h           ;ld b,...
F990    24                  inc   h
F991    0E FF               ld    c,-1          ;d=-1 (<0)
F993    28 08               jr    z,draw4       ;wenn dy=0
F995    0C                  inc   c             ;d=0
F996    D2 F99D             jp    nc,draw4
F999    06                  defb  06h           ;ld b,...
F99A    25                  dec   h
F99B    ED 44               neg                 ;dy=-dy
F99D    F5        draw4:    push  af
F99E    78                  ld    a,b
F99F    32 F9CC             ld    (ystep),a
F9A2    79                  ld    a,c           ;d
F9A3    C6 00               add   a,0
F9A5    D9                  exx
F9A6    67                  ld    h,a           ;hl=d setzen
F9A7    6F                  ld    l,a
F9A8    08                  ex    af,af'        ;vorzeichen d
F9A9    F1                  pop   af            ;dy
F9AA    5F                  ld    e,a
F9AB    F1                  pop   af            ;dx
F9AC    4F                  ld    c,a
F9AD    16 00               ld    d,0
F9AF    42                  ld    b,d
F9B0    08                  ex    af,af'
F9B1    08        next:     ex    af,af'
F9B2    D9                  exx
F9B3    E5                  push  hl
F9B4    CD F95F             call  setpoint
F9B7    E1                  pop   hl
F9B8    7D                  ld    a,l
F9B9    BB                  cp    e             ;x=xend?
F9BA    C2 F9C0             jp    nz,noend      ;nein
F9BD    7C                  ld    a,h
F9BE    BA                  cp    d             ;y=yend
F9BF    C8                  ret   z             ;ja
F9C0    08        noend:    ex    af,af'        ;vorzeichen d
F9C1    F2 F9CC             jp    p,ystep       ;wenn d>=0
F9C4    2C        xstep:    inc   l             ;bei dx>=0, sonst dec l
F9C5    D9                  exx
F9C6    B7                  or    a
F9C7    ED 5A               adc   hl,de         ;d=d+dy
F9C9    C3 F9B1             jp    next
```

```
F9CC    24          ystep:   inc  h               ;bei dy>=0, sonst dec h
F9CD    D9                   exx
F9CE    B7                   or   a
F9CF    ED 42                sbc  hl,bc           ;d=d-dx
F9D1    C3 F9B1              jp   next

F9D4    3A F972     point::  ld   a,(setpl+1)     ;curr code retten
F9D7    32 F9E3              ld   (pointl+1),a
F9DA    3E 46                ld   a,01000110b     ;bit x,(hl)
F9DC    32 F972              ld   (setpl+1),a
F9DF    CD F95F              call setpoint        ;punkt testen
F9E2    3E 00       pointl:  ld   a,0      ;und anschliessend schreibmodus
F9E4    01                   defb 1               ;wieder herstellen
F9E5    3E 86       erase::  ld   a,10000110b     ;res x,(hl)
F9E7    01                   defb 1
F9E8    3E C6       pen::    ld   a,11000110b     ;set x,(hl)
F9EA    32 F972              ld   (setpl+1),a
F9ED    C9                   ret

F9EE    3E C9       penup::  ld   a,0c9h          ;ret
F9F0    01                   defb 1
F9F1    3E 7D       pendn::  ld   a,07dh          ;ld a,l
F9F3    32 F95F              ld   (setpoint),a
F9F6    C9                   ret

                    C        INCLUDE CHARGEN.MAC
F9F7                C        chargen::

F9F7    00 00 00 00    C     defb 0,0,0,0,0,0,0,0        ;0H
F9FB    00 00 00 00    C
F9FF    00 00 00 00    C     defb 0,0,0,0,0,0,0,0        ;1H

;listing ist hier aus platzgruenden unterbrochen

FDE3    20 20 10 00    C
FDE7    00 10 A8 40    C     defb 0,16,168,64,0,0,0,0   ;7EH  ß
FDEB    00 00 00 00    C
FDEF    A8 50 A8 50    C     defb 168,80,168,80,168,80,168,0    ;7FH
FDF3    A8 50 A8 00    C
```

2.9. BASIC-Interpreter

Wenn das Monitorprogramm läuft, kann der Computer durch diesen BASIC-Interpreter erweitert werden. Er ist weitgehend auf den Syntax des am weitesten verbreiteten Microsoft-BASIC zugeschnitten. Viele Programme anderer Kleincomputer *(KC 85-1, KC 85-2)* laufen auch mit diesem Interpreter. Anpassungen müssen vorgenommen werden, wenn die Programme spezielle Ausgabebefehle (WINDOW u. ä.), Ausgabeformate oder maschinennahe Befehle und Funktionen (PEEK, POKE) verwenden. Der im folgenden beschriebene Interpreter verfügt über einen erweiterten Befehlssatz, der teilweise speziell auf diesen Computer zugeschnitten ist. Das betrifft beispielsweise die Grafikbefehle. Aber der Interpreter läßt sich auch auf andere Kleincomputer installieren, soweit die notwendigen Randbedingungen, wie Speicherbedarf, erfüllt sind. Auf Anpaßmöglichkeiten wird speziell in Abschnitt 2.9.4. hingewiesen.

2.9.1. Allgemeine Informationen

Der BASIC-Interpreter kann in 2 Betriebsarten betrieben werden. Im Direktmodus (oder Tischrechnermodus) wird jede Anweisung direkt nach der Eingabe ausgeführt:

PRINT 1 + 2 <CR>
3
READY

Die zweite Betriebsart, der Programmiermodus unterscheidet sich vom Direktmodus dadurch, daß vor jeder Zeile eine Zeilennummer steht:

10 PRINT 1 + 2 <CR>
RUN
3
READY

Die Anweisungen werden erst nach Start des Programms mit RUN ausgeführt.

Das Zeilenformat des Interpreters ist:

NNNNN Anweisung [:Anweisung ...] <CR>

Jede Zeile beginnt mit einer Zeilennummer und endet mit <CR>, also durch Drücken der RETURN-Taste. Die Zeilennummer NNNNN kann zwischen 0 und 65529 liegen. In einem BASIC-Programm werden die Zeilen in beliebiger Schrittweite aufsteigend numeriert. Dabei ist eine Schrittweite von 10 als günstiger Wert anzusehen, da sich so in der Erprobungsphase problemlos noch Zeilen einfügen lassen. In jeder Zeile können auch mehrere Anweisungen stehen. Die Anweisungen müssen dann durch einen Doppelpunkt getrennt werden. Mit Drücken der RETURN-Taste wird die eingegebene Zeile in ein internes Format übersetzt und in das Programm eingefügt.

Der Interpreter verarbeitet den gesamten ASCII-Zeichensatz. Dabei haben einige Zeichen eine besondere Bedeutung:

=	Ergibtzeichen, Gleichheitszeichen
<>	kleiner/größer als
+	Addition
–	Subtraktion
*	Multiplikation
/	Division
^	(Dach) Potenzierungszeichen
( )	Klammer auf/zu
$	Dollar, kennzeichnet Zeichenketten
!	kennzeichnet Formatzeile für PRINT USING
'	kennzeichnet Kommentar, ähnlich REM
;	Semikolon, wird in INPUT und PRINT verwendet
:	trennt Anweisungen in einer Zeile
&	kennzeichnet nachfolgende Zahlen als Hex- oder Bin-Zahlen
?	Kurzzeichen für PRINT

Weiterhin werden die folgenden Steuerzeichen akzeptiert:

CR	RETURN, Ende der Zeile
BS	Löschen des zuletzt eingegebenen Zeichens
LF	Zeilenschaltung, kann zur übersichtlicheren Programmerstellung genutzt werden (ohne Wirkung auf den Programmfluß)
^C	Abbruch des laufenden Programms und Rückkehr in die Befehlsebene
^O	Unterdrücken der Consolausgabe
^S	Ausführung anhalten (zum Beispiel beim Listen langer Programme)
^Q	Fortsetzen nach ^S
^T	Anzeige der gerade bearbeiteten Zeile
^U	Löschen der eingegebenen Zeile (vor RETURN!)

Der BASIC-Interpreter verarbeitet Gleitkommazahlen im Bereich von etwa 1E – 38 bis 1E + 38. Alle Ausgaben können mit bis zu 11 Stellen genau sein. Intern wird noch genauer gerechnet. Die Gleitkommazahlen werden intern im 6-byte-Hidden-bit-Format dargestellt:

byte 1 Exponent mit Vorzeichen (7 + 1 bit)
byte 2–6 Mantisse mit Vorzeichen (40 bit)

Ganzzahlige Hexadezimalkonstanten werden durch Vorsetzen eines Et-Zeichens gekennzeichnet, z. B. &3FA. Der Zahlenbereich beträgt 0 bis 65535.

Auch Binärkonstanten lassen sich darstellen. Man kennzeichnet dies durch das Voranstellen von zwei Et-Zeichen, z. B. &&1001010101. Wie bei den Hexadezimalkonstanten ist die Darstellung im Zahlenbereich von 0 bis 65535 möglich.

Um mit dem BASIC-Interpreter neben numerischen Rechnungen auch die Textverarbeitung zu ermöglichen, gibt es die Strings (Zeichenketten). Ein String ist eine Kette aus 0 bis 255 beliebigen Zeichen und wird immer in Anführungszeichen eingeschlossen (Beispiel: "abc").

Variablen sind Bezeichner für Größen, deren Werte erst während des Programmlaufs festgelegt werden (im Gegensatz zu Konstanten, deren Wert schon bei der Programmerstellung festgelegt wird). Stringvariablen erkennt man am Nachsatz eines Dollarzeichens. Einige Beispiele:

A=1
A$="text"
TEXT$=A$

Ein Variablenname kann beliebig lang sein, jedoch sind nur die ersten 4 Zeichen signifikant. Wie im Beispiel ersichtlich, haben numerische und Stringvariablen manchmal den gleichen Namen. Die Unterscheidung ist durch das Dollarzeichen abgesichert.

Eine weitere Form der Variablen ist das Feld. Ein Feld ist eine Zusammenfassung vieler numerischer oder Zeichenkettendaten unter gleichem Namen. Auf jedes einzelne Feldelement kann man durch Indizierung Bezug nehmen. Ein Feld muß in der Regel mit DIM dimensioniert werden. Dabei sind so viele Indizes möglich, wie in der Dimensionierungsvereinbarung vorgegeben wurden. Die Anzahl der Dimensionen beträgt maximal 255. Das ist allerdings ein rein theoretischer Wert, denn die Größe der Dimensionen ist wie die Anzahl der Indizes von der verfügbaren Speichergröße abhängig. Einige Beispiele zur Verwendung von Feldern:

DIM A(10)
DIM B(3,3,3)
DIM TEXT$(200,2)
TEXT$(22,1)="abc"

Wird eine Variable oder eine Feldvariable das erste Mal benutzt, ohne vorher eingerichtet worden zu sein, übernimmt der Interpreter automatisch das Einrichten, d. h., er reserviert in seinem Variablenspeicher den notwendigen Speicherplatz. Felder werden dabei mit 11 Feldelementen (0 bis 10) je Dimension eingerichtet. Alle Werte der Variablen werden mit 0 bzw. mit einem Leerstring initialisiert.

2.9.2. BASIC-Sprachumfang

In diesem Abschnitt werden die Anweisungen, Befehle und Funktionen des BASIC-Interpreters beschrieben. Die meisten Befehle werden nur kurz erläutert, da diese Sprachbeschreibung in erster Linie zum Nachschlagen dienen soll.

Alle Angaben entsprechen dem schon in der Monitorbeschreibung verwendeten Muster. Zusätzlich soll vereinbart werden:

- | Der senkrechte Strich zwischen mehreren Angaben deutet an, daß nur eine Angabe zu verwenden ist.
- X und Y stellen einen beliebigen numerischen Ausdruck dar.
- I und J stellen einen beliebigen numerischen Ausdruck dar, der vor Ausführung der Funktion in einen Integer-Wert konvertiert wird.
- X$ und Y$ stellen einen beliebigen Stringausdruck dar.

2.9.2.1. Editierbefehle

Mit den in diesem Abschnitt beschriebenen Befehlen lassen sich komfortable BASIC-Programme erstellen.

AUTO [<zeilennummer>[, <increment>]]
stellt die automatische Zeilennumerierung ein. Die Numerierung beginnt bei <zeilennummer> mit der Schrittweite <increment>. Für fehlende Argumente wird der Wert 10 angenommen. Eine schon vorhandene Zeilennummer wird durch ein Sternchen * gekennzeichnet. Mit RETURN ohne Eingabe einer Zeile wird der AUTO wieder abgeschaltet.

COPY <neue zeile>[,<inc>]=<1.zeile> [−<n.zeile>]
Der angegebene Zeilenbereich wird auf den neuen Zeilenbereich <neue zeile> mit der Schrittweite <inc> kopiert.

DELETE <1.zeile> [−<n.zeile>]
Es wird die angegebene Zeile oder der Zeilenbereich gelöscht.

EDIT <zeilennummer>
editiert die angegebene Zeile mit Hilfe einer Anzahl von Subkommandos (n ist eine Zahl zwischen 1 und 255 und kann entfallen):

A Die unveränderte Zeile wird in den Edit-Puffer geladen.
nD n Zeichen werden gelöscht und angezeigt.
E beendet EDIT und ersetzt die Zeile.
nFx findet das n-te Zeichen x und hält direkt davor an.
H löscht alles rechts vom Cursor und geht in den I-Modus.
I Insert ermöglicht das Einfügen von Text, bis ESC oder RETURN gedrückt wird.

nKx löscht vom Cursor bis zum n-ten Auftreten des Zeichens x, dieses aber nicht.
L listet die Zeile.
Q beendet EDIT, ohne die Zeile zu ersetzen.
nR n Zeichen werden durch n neue Zeichen ersetzt.

Drücken der Leertaste bewegt den Cursor nach rechts, die BS-Taste bewegt den Cursor nach links. RETURN beendet den EDIT und ersetzt die Zeile (wirkt wie E). Der Zeileneditor ermöglicht eine schnelle und bequeme Korrektur. Allerdings ist ein wenig Übung notwendig.

LIST [<1.zeile>[−[<n.zeile>]]]
LLIST [<1.zeile>[−[<n.zeile]]]
listet ein Programm komplett (wenn die Angaben <1.zeile> und <2.zeile> fehlt) oder von <1.zeile> bis <n.zeile> (oder, wenn <n.zeile> fehlt, bis zum Ende) auf den Bildschirm (LIST) bzw. auf den Drucker (LLIST).

LIST 10−100 listet die Zeilen 10 bis 100
LIST 10 listet alle Zeilen ab 10
LIST −100 listet alle Zeilen bis 100

NEW
Das BASIC-Programm und alle Variablen werden gelöscht. CLOSE wird automatisch ausgeführt.

RENUMBER [<neue nr>][,<inc>[,<alte nr>]]]
numeriert das Programm beginnend mit 10 in der Schrittweite 10 neu. Die Neunumerierung läßt sich durch Angabe von Parametern steuern. <neue nr> ist die erste neue Zeilennummer, <inc> die Schrittweite und <alte nr> die Zeile, ab der die Neunumerierung beginnen soll. Alle Referenzen (GOTO, GOSUB usw.) werden korrigiert.

2.9.2.2. Programmanweisungen

In diesem Abschnitt sind alle Befehle und Anweisungen zusammengefaßt, die den Programmfluß steuern. Einige weitere Befehle und Funktionen unterstützen den Datentransfer und die Einbindung von Maschinenprogrammen.

CALL <I>[,<J>,...]
Ein Maschinenprogramm, beginnend bei der Adresse I, wird aufgerufen. Es können Argumente nach folgendem Schema übergeben werden:

<SP> → Adresse (I)
Argument n
...
Argument 1 (J)
<HL> enthält die Rückkehradresse zum Interpreter
<BC> enthält die Anzahl der Argumente auf dem Stack

CLEAR [<I>]
Alle Variablen, Felder und Strings werden gelöscht. Ein Speicherbereich der Größe I für Strings läßt sich reservieren. Beim Start des Interpreters sind 100 bytes für Zeichenketten reserviert.
CLEAR 1000 reserviert 1000 bytes für Zeichen

CONT
Die Programmausführung wird nach Unterbrechung durch ^C oder STOP fortgesetzt.

DATA <konstantenliste>
definiert Datenfelder für die READ-Anweisung. Die DATA-Anweisungen sind nicht ausführbar und lassen sich an beliebiger Stelle im Programm plazieren. Die <konstantenliste> kann eine frei wählbare Anzahl von Konstanten (beliebigen Typs unter Beachtung der maximalen Zeilenlänge) enthalten, die jeweils durch ein Komma getrennt werden. Siehe auch READ und RESTORE.
DATA 10,20,30,"abc"

DIM <liste>
legt für ein- oder mehrdimensionale Felder die Dimension und die Indexbereiche fest. Die Felder können 1 bis 255 Dimensionen haben. Die <liste> kann wie folgt aussehen:
DIM A(10,20),TEXT$(100)
Einfache Variablen lassen sich ebenfalls vor ihrem Gebrauch einrichten:
DIM A,B,C,D

END
beendet die Programmausführung und schließt alle geöffneten Dateien. Die END-Anweisung steht normalerweise am Ende eines Programms. END kann auch entfallen, da das Programm nach Ausführung der letzten Programmzeile automatisch beendet wird.

ERASE <liste>
Felder können neu dimensioniert werden,

wenn sie vorher mit ERASE gelöscht worden sind.

ERASE A,TEXT$

FOR ... NEXT

FOR <var> = X TO Y [STEP Z]

...

NEXT [<var>]

bewirkt, daß der von FOR und NEXT eingeschlossene Programmteil in Abhängigkeit der Ausdrücke X, Y und Z wiederholt ausgeführt wird. Die Variable <var> verwendet man als Zähler. X ist der Anfangswert des Zählers. Der Programmteil wird bis zum Endwert Y durchlaufen. Der Zähler erhöht sich oder sinkt nach jedem Schleifendurchlauf um den Wert Z. Fehlt der Zusatz STEP Z, ist die Schrittweite automatisch 1. Nach Erreichen des Endwerts wird die Programmausführung nach der NEXT-Anweisung fortgesetzt.

FOR-Schleifen können beliebig oft ineinander verschachtelt werden.

```
FOR I=1 TO 10
  FOR J=1 TO 10
  ...
  NEXT J
NEXT I
```

An Stelle von NEXT J und NEXT I kann auch NEXT J,I geschrieben werden. Es ist auch möglich die Namen der Schleifenvariablen ganz wegzulassen. Das sollte man aber nur in zeitkritischen Programmen tun, da die Übersichtlichkeit des Programms leidet.

GOSUB ... RETURN

GOSUB <zeilennummer>

Verzweigung zum Unterprogramm <zeilennummer>. RETURN schließt das Unterprogramm ab; der Programmlauf wird nach der GOSUB-Anweisung fortgesetzt.

GOTO <zeilennummer>

Verzweigung zur Zeile, die durch Zeilennummer gekennzeichnet ist.

IF..THEN..ELSE

IF <ausdruck> THEN <anweisung:zeilennummer>
[ELSE <anweisung:zeilennummer>]

Der Programmlauf verzweigt sich je nach Wert des logischen Ausdrucks. Ergibt der Ausdruck den Wert wahr (d. h. ungleich 0), so wird der THEN-Zweig der IF-Anweisung ausgeführt, andernfalls der ELSE-Zweig. Der ELSE-Zweig kann auch entfallen, dann wird, falls der Ausdruck unwahr ist, die Programmausführung in der nächsten Zeile fortgesetzt. Als <ausdruck> sind numerische oder Vergleichsausdrücke erlaubt.

Einige Beispiele:

```
IF A>=10 THEN A=B ELSE B=A
IF A>=10 AND A<100THEN A=B:C=D
IF NOT(A=10) THEN 1000
IF A THEN A=0 ELSE 1000
```

Vergleichsausdrücke sind auch in numerischen Ausdrücken verwendbar. Bei geschickter Programmierung kann man sogar auf IF-Anweisungen verzichten. Solche kompakten Programme sind in zeitkritischen Fällen vorteilhaft.

PRINT A=B gedruckt wird: 0 (unwahr) oder −1 (wahr)

A=100−B>A

LET <variable>=<ausdruck>

Der Wert eines Ausdrucks wird einer Variablen zugewiesen. LET muß bei diesem BASIC-Interpreter nicht verwendet werden und ist nur der Vollständigkeit wegen im Sprachumfang enthalten.

LVAR

LLVAR

listet alle verwendeten Variablen auf dem Bildschirm (LVAR) oder Drucker (LLVAR).

ON..GOTO

ON <ausdruck> GOT <zeilenliste>

ON..GOSUB

ON <ausdruck> GOSUB <zeilenliste>

Die Programmausführung wird in Abhängigkeit vom Wert des numerischen Ausdrucks verzweigt. Ergibt der Ausdruck den Wert 1, verzweigt das Programm zum ersten Element der Sprungzielliste, beim Wert 2 zum zweiten Element usw., beim Wert i zum i-ten Element. Ist kein Sprungziel vorhanden (z. B. wenn der Ausdruck den Wert 0 ergibt), verzweigt das Programm nicht, sondern die Programmausführung wird mit der der ON folgenden Anweisung fortgesetzt.

```
10  ON A GOTO 100,200,300
20  PRINT "KEINE VERZWEIGUNG"
    100 PRINT "A WAR 1"
    200 PRINT "A WAR 2"
    300 PRINT "A WAR 3"
```

READ <variablenliste>

Wie INPUT, nur werden die Daten nicht von der Tastatur geholt, sondern aus einem durch DATA definierten Datenfeld. Mit der

ersten READ-Anweisung wird der erste Wert aus den DATA-Zeilen der ersten Variablen der <variablenliste> zugewiesen. Weitere READ-Anweisungen überführen das jeweils nächste Element der Konstantenliste zur entsprechenden Variablen. Siehe auch DATA und RESTORE.

```
10 DATA 1,2,3, "Ende"
20 READ A,B          A wird 1, B wird 2
30 READ C                      C wird 3
40 READ D$                D$ = "ENDE"
```

REM [<kommentar>]
definiert die gesamte restliche Zeile zum Kommentar. Die durch REM eingeleiteten Kommentare werden bei der Programmausführung übersprungen. Wird anstelle REM das Zeichen ' geschrieben, so gilt der Kommentar nur bis zur nächsten Anweisung.

```
10 A=1: REM A WIRD 1 : B=1 WIRD
        NICHT AUSGEFUEHRT
20 A=1 'A WIRD 1 : B=1 'B WIRD 2
```

REPEAT...UNTIL
REPEAT
...
UNTIL <ausdruck>
Die Anweisungen, die zwischen REPEAT und UNTIL stehen, werden so lange ausgeführt, bis der Ausdruck wahr (also −1 oder ungleich 0) wird. Verschachtelungen sind wie auch bei der FOR-Anweisung beliebig möglich.

RESTORE [<zeilennummer>]
Soll ein Datenfeld (DATA) erneut oder ab einer bestimmten DATA-Zeile gelesen werden, so muß man mit RESTORE den (internen) DATA-Zeiger zurück oder auf die entsprechende Zeilennummer setzen.

RUN [[name,][zeilennummer]]
startet ein Programm ab Anfang oder ab <zeilennummer>. Bei Angabe eines Namens wird erst ein LOAD <name> ausgeführt.

STOP
unterbricht die Programmausführung. Fortsetzung mit CONT.

SWAP <variable>,<variable>
vertauscht die Werte oder Zeichenketten der beiden angegebenen Variablen. Sortierprogramme können mit diesem Befehl besonders schnell arbeiten.

```
10 SWAP A,B ersetzt die folgenden Zeilen:
10 X=B
11 B=A
12 A=X (X ist eine Hilfsvariable)
```

SYSTEM
Der BASIC-Interpreter wird verlassen.

TRACE n
LTRACE n
TRACE 1 schaltet die Protokollierung der Programmausführung auf dem Bildschirm oder dem Drucker (LTRACE) an, TRACE 0 beendet den Vorgang.

USR (I)
ruft ein Maschinenprogramm auf. Dabei kann der Wert I übergeben werden. Die Adresse des Maschinenprogramms muß man wie folgt eintragen:
POKE &131,LO Low-Teil der Adresse
POKE &132,HI High-Teil der Adresse
Durch USR (I) wird das Unterprogramm angesprungen. Nun kann sich das Unterprogramm durch den Aufruf CALL 133H den Wert I holen.
Das Doppelregister DE enthält jetzt den Wert I. Ein Ergebnis kann an den Interpreter zurückgegeben werden:
LD A,HI High-Teil des Ergebnisses
LD B,LO Low-Teil des Ergebnisses
CALL 136H Übergabe an den Interpreter
Mit RET gelangt man wieder zum Interpreter. Im Maschinenunterprogramm dürfen die CPU-Register HL und IY nicht zerstört werden (gegebenenfalls retten).

Ein kleines Programmbeispiel (es soll auf Adresse 8000H stehen) verdoppelt den Funktionswert (I):

```
8000 CALL 133 H ;Argument holen
8003 PUSH HL    ;HL retten
8004 LD L,E     ;HL:=DE
8005 LD H,D
8006 ADD HL,DE
8007 LD A,H     ;zur Übergabe umladen
8008 LD B,L
8009 POP HL     ;HL zurückholen
800A JP 136H    ;Ergebnis übergeben und
                ;zurück zum Interpreter
```

Das BASIC-Programm:

```
10 POKE &131,0:POKE &132,&80
20 PRINT USR (10)
```

Nach RUN wird 20 ausgedruckt.

WHILE...WEND
WHILE <ausdruck>
...
WEND

Die Anweisungen zwischen WHILE und WEND werden so lange ausgeführt, bis der <ausdruck> unwahr wird. FOR- und REPEAT-Schleifen garantieren, daß die Anweisungen wenigstens einmal ausgeführt werden, während es bei WHILE-Schleifen dazu kommen kann, daß die Anweisungen gar nicht abgearbeitet werden.

2.9.2.3. Numerische Funktionen

Gegenüber anderen BASIC-Interpretern wurde der Befehlssatz um einige Funktionen und Befehle erweitert. Neue Funktionen sind z. B. LGT, RAD, DEG oder die Konstante PI.

ABS (X)
ermittelt den Absolutbetrag von X.
A=ABS(−2) ergibt 2
A=ABS(2) ergibt 2

ATN (X)
Der Arcustangens des numerischen Ausdrucks X wird berechnet. Die Berechnung ist in den Winkeleinheiten Altgrad oder Radiant möglich. Siehe dazu auch DEG und RAD.

COS (X)
berechnet den Cosinus von X in den Winkeleinheiten Altgrad oder Radiant.

DEG
berechnet trigonometrische Funktionen in Altgrad.

EXP (X)
berechnet die Exponentialfunktion e^x. X muß kleiner 87 bleiben.

FIX (X)
wandelt X in eine ganze Zahl ohne Runden um. Im Gegensatz zu INT liefert FIX nicht die nächstniedrige Zahl, wenn X negativ ist.
A=FIX(2.75) das Ergebnis ist 2
A=FIX(−2,75) das Ergebnis ist −2

FRAC (X)
entfernt den ganzzahligen Teil des Ausdrucks X.
PRINT FRAC (3.14) ergibt die Bildschirmausschrift 0.14

INT (X)
Die Integer-Funktion ermittelt den ganzzahligen Anteil von X. Siehe auch FIX.
A=INT(PI) ergibt 3
A=INT(−3,7) ergibt −4

LGT (X)
berechnet den dekadischen Logarithmus von X.

LOG (X)
berechnet den natürlichen Logarithmus des numerischen Ausdrucks X.

PI
Die reservierte Variable PI enthält die Konstante 3.1415926536.

RAD
berechnet trigonometrische Funktionen im Bogenmaß (Radiant). Das ist auch die Standardeinstellung nach Start des Interpreters, bzw. nach Ausführung der Befehle NEW, RUN und CLEAR.

RANDMIZE
sorgt für einen wirklich zufälligen Beginn der Zufallszahlen, die durch RND erzeugt werden.

RND (X)
erzeugt eine Zufallszahl zwischen 0 und 1. Mit X wird gesteuert: Bei $X<0$ wird der Zufallszahlengenerator neu initialisiert; bei $X=0$ wird keine neue Zahl erzeugt. Beide Bedingungen nutzt man normalerweise als Programmtest. Wenn X positiv ist, arbeitet der Zufallszahlengenerator normal. Siehe auch RANDMIZE.

SGN (X)
ermittelt das Vorzeichen von X:
SGN(X) = 1 wenn $X>0$
SGN(X) = 0 wenn $X=0$
SGN(X) = −1 wenn $X<0$

SIN (X)
berechnet den Sinus von X in der ausgewählten Winkeleinheit.

SQR (X)
berechnet die Quadratwurzel von X.

SQU (X)
berechnet das Quadrat von X.
A=SQR (SQU(X)+SQU(Y))

TAN (X)
berechnet den Tangens von X in der gewählten Winkeleinheit.

2.9.2.4. Zeichenkettenfunktionen

Der Interpreter hat neben den Standard-Zeichenkettenfunktionen auch einige sinnvolle Erweiterungen. In diesem Zusammenhang sei auf die Konvertierungsfunktionen BIN$ und HEX$ hingewiesen.

ASC (X$)
Die Funktion gibt den ASCII-Code eines Zeichens bzw. des ersten Zeichens von X$ zurück.
A=ASC ("BASIC") ergibt 66
BIN$ (I)
erzeugt eine Zeichenkette, die den binären Wert des Ausdrucks I darstellt. Die Kette ist 16 Zeichen lang.
A$=BIN$(255) ergibt den String 0000000011111111
CHR$ (I)
wandelt den Wert I in ein Textzeichen entsprechend dem ASCII-Code um.
A$=CHR$(65) ergibt das Zeichen A
HEX$ (I)
erzeugt eine Zeichenkette, die den Hex-Wert des Ausdrucks I darstellt. Die Kette ist 4 Zeichen lang.
A$=HEX$(22222) ergibt den String 56CE
INKEY$
fragt die Tastatur ab. Ist eine Taste gedrückt, liefert die Funktion einen String der Länge 1 mit dem Zeichen, andernfalls ist die Kette leer.
10 A$=INKEY$: IF A$="" THEN 10
Im Beispiel wird so lange gewartet, bis man eine Taste drückt. Die INKEY$-Funktionen wendet man an, wenn im Programm eine Tastaturabfrage realisiert werden muß oder wenn sonst nicht eingebbare Zeichen (z. B. CR) verarbeitet werden sollen.
INSTR (X$, Y$[, I [,J]])
Instring sucht im X$ das erste Erscheinen des Strings Y$. Dabei kann die Suche ab Position I beginnen und nach J Zeichen abgebrochen werden. Zurückgegeben wird die Position. Wird der String nicht gefunden, dann erscheint eine Null.
PRINT INSTR("ABCDE","CD") druckt 3
PRINT INSTR("ABCDE","CD",4) druckt 0
**LEFT$** (X$,I)
Der Wert des numerischen Ausdrucks I bestimmt die Anzahl der Zeichen, die dem X$ von links aus entnommen werden.
A$=LEFT$("AUTOMAT",4) ergibt AUTO
LEN (X$)
bestimmt die Anzahl der Zeichen eines Textausdrucks.
A$="AUTOMAT"
PRINT LEN(A$) es wird 7 ausgedruckt.
**MID$** (X$,I,J)
entnimmt dem String X$ beginnend mit dem I-ten Zeichen genau J Zeichen.
A$=MID$("BEGINN", 4,2)
MID$(X$,I) wie RIGHT$
**RIGHT$** (X$,I)
Es werden die letzten I Zeichen des Textausdrucks X$ zurückgegeben.
PRINT RIGHT$("TEXTAUSDRUCK",8)
druckt AUSDRUCK
SPACE$ (I)
erzeugt eine Zeichenkette, bestehend aus I Leerzeichen.
STR$ (X)
wandelt den Wert des numerischen Ausdrucks X in einen entsprechenden String. Die entstehende Zeichenkette entspricht der, die bei einer PRINT-Anweisung ausgegeben werden würde. Deshalb wirkt die Anweisung PRECISION auch auf die STR$-Funktion.
A$="PI BETRAEGT "+STR$(PI)
**STRING$** STRING$(I,J)
STRING$(I,X$)
erzeugt einen String der Länge I, deren Zeichen alle dem ASCII-Code von J oder dem ersten Zeichen von X$ entsprechen. STRING$(30,&20) und STRING(30," ") sind gleichwertig und haben dieselbe Wirkung wie SPACE$(30).
VAL (X$)
konvertiert die als Zeichenkette (X$) vorhandene Zahl in ihr numerisches Äquivalent.
A$="2.2 cm"
A=VAL(A$)   A wird 2.2
A=VAL("&"+H$)   H$ sei 1BCD, dann wird A zu 7117

2.9.2.5. Sonstige Funktionen und Anweisungen

DEF FN
DEF FN<name> (<parameterliste>) [=<ausdruck>]
benennt und definiert eine Anwenderfunktion mit <name>. <parameterliste> besteht aus Variablen, die lokal auf die Funktion beschränkt sind und die Parameterübergabe bewirken. <ausdruck> stellt die eigentliche Funktion dar. Beispiel:

```
10 DEF FNASN(X)=ATN(X/SQR(-X*X+1))
```

In der Zeile 10 wurde eine Funktion zur Berechnung des Arcussinus definiert. Bevor die Funktion das erste Mal benutzt werden kann, muß die Zeile 10 einmal durchlaufen worden sein. Der Aufruf der Funktion sieht beispielsweise so aus:

PRINT FNASN(.5) oder A=FNASN(.1)

Neben rein numerischen Funktionen sind auch String- oder gemischte Funktionen möglich:

```
10 DEF FNKETT$(X$,Y$)=X$+" "+Y$
20 DEF FNBYTE$(I)=RIGHT$(HEX$(I),2)
```

In diesem Interpreter sind, obwohl in BASIC normalerweise nicht üblich, auch mehrzeilige Funktionsdefinitionen erlaubt. Mehrzeilige Funktionen können überdies auch rekursiv benutzt werden, d. h., daß sich die Funktion selbst aufrufen kann. Ein bekanntes (wenn auch in der Praxis nicht besonders sinnvolles) Beispiel zur rekursiven Berechnung der Fakultät soll dies belegen:

```
10 DEF FNFAC(N)
20 IF N<=1 THEN FNRETURN 1
30 FNEND N*FNFAC(N-1)
```

Wie man sieht, fehlt in der Zeile 10 der <ausdruck>, was eine mehrzeilige Funktion kennzeichnet. Eine mehrzeilige Funktion muß durch FNEND abgeschlossen werden. Ein vorzeitiges Verlassen ist durch FNRETURN möglich.

FNEND [<funktionswert>]

stellt sowohl das logische als auch physische Ende einer Funktionsdefinition dar. Dabei wird der <funktionswert> übergeben. Siehe auch DEF FN.

FNRETURN [<funktionswert>]

Damit läßt sich eine definierte mehrzeilige Funktion vorzeitig, z. B. in Abhängigkeit eines Vergleichs, am einfachsten verlassen. FNRETURN wirkt wie FNEND, kann aber an beliebiger Stelle innerhalb der Funktionsdefinition stehen. Siehe auch DEF FN.

FRE FRE(X)
FRE(X$)

Die erste Form gibt die Anzahl der freien Speicherplätze zurück. Die zweite Form gibt die Anzahl der freien Speicherplätze im Stringspace (Zeichenkettenspeicher) zurück. Bei umfangreichem Stringgebrauch kann die Funktion FRE (X$) einige Sekunden dauern.

INP (I)

Mit INP kann ein byte vom Port I gelesen werden.

OUT I,J

gibt das byte J auf Port I aus.

PEEK (I)

liest die Speicherzelle I.

PRINT PEEK(&100) gedruckt wird 195

POKE I,J

Gegenteil von PEEK. Das byte J wird auf der Adresse I gespeichert.

```
FOR I=&D000 TO &D7FF : POKE I,I AND
    &FF : NEXT
```

wird einen Teil des Bildwiederholspeichers beschreiben.

PRECISION n

Damit läßt sich die Anzahl der Ausgabestellen einstellen. Wirkt auf PRINT und STR$.

WAIT I,J,K

Warteschleife für Ports. Das Programm wird dann fortgesetzt, wenn der Wert am Port I mit K OR-verknüpft und mit J AND-verknüpft nicht mehr Null ergibt.

2.9.2.6. Ein-/Ausgabeanweisungen

Es gibt in dieser Interpreterversion mehrere Möglichkeiten Daten ein- oder auszugeben. Eine davon ist die Ein- oder Ausgabe über die Konsole, also Tastatur und Bildschirm. Eine weitere Möglichkeit stellt die Ein- bzw. Ausgabe mit einem externen Speichermedium dar. Da dies ein Kassettenrecorder ist, müssen einige Einschränkungen in Kauf genommen werden:

- Dateinummern haben hier keine Bedeutung. Man muß sie aber programmieren, damit der Syntax eingehalten wird.
- Die Funktion EOF ist ohne Wirkung und bringt immer −1, also wahr zurück.
- Eingabeschleifen sollen möglichst schnell laufen. Bei zu großen Programmlaufzeiten kann es sonst passieren, daß bestimmte Werte überlesen werden.

Diese Einschränkungen kann man teilweise beseitigen, wenn elektrisch steuerbare Kassettenlaufwerke zur Verfügung stehen und diese durch entsprechende Softwareänderungen an den Interpreter angepaßt werden. Der Befehlsumfang ergab sich aus dem Umstand, daß der Interpreter auch mit Betriebssyste-

men wie SCPX, BCU, CP/M, UDOS und MEOS arbeitet. Diese Betriebssysteme arbeiten mit Floppy-Disk als externes Speichermedium und ermöglichen einen Datenzugriff, der die oben genannten Einschränkungen von vorn herein ausschließt. Um entsprechende Erweiterungen an ein beliebiges Betriebssystem für den Amateur offenzuhalten, wurden die Befehle sozusagen aufwärtskompatibel gestaltet. Im Abschnitt 2.9.4. werden diesbezügliche Hinweise gegeben.

CLOSE [#]<zahl>[, [#]<zahl>...]
Die angegebenen Files werden geschlossen. CLOSE ohne Spezifikation schließt alle Files. END und NEW schließen ebenfalls alle Files. (Wenn nicht anders installiert, schreibt CLOSE einen Dateiendeblock auf Magnetband.)

CURSOR <x,y>
Der Cursor wird auf die Bildschirmposition (x,y) bewegt.

EOF (I)
Test, ob das Ende der Datei I erreicht worden ist. Gibt wahr (−1) oder unwahr (0) zurück. (Ohne Installation durch den Anwender liefert die Funktion immer wahr.)

INPUT [<"text">;] <variablenliste>
weist Variablen Werte zu, die sich über die Tastatur eingeben lassen. Zur Unterstützung kann eine Nachricht für den Bediener ausgegeben werden (<"text">). In der Variablenliste stehen die Variablen, denen man Werte zuweisen soll. INPUT wird beendet, wenn die Variablenliste abgearbeitet ist.

```
10 INPUT "GIB A,B,C EIN ";A,B,C
20 INPUT D$
```

Nach Ausgabe des Textes wird die Eingabe erwartet. Die Werte können entweder einzeln (jeden mit CR bestätigt) oder durch Komma getrennt eingegeben werden. Bei Strings ist zu beachten, daß bestimmte Zeichen Sonderfunktionen haben und somit nicht eingebbar sind (z. B.: " ,). Stört das, so muß man LINE INPUT benutzen.

INPUT# <I>,<variablenliste>
Wie INPUT, nur werden die Daten nicht von der Tastatur, sondern von einem externen Speichermedium gelesen.

LINE INPUT [<"text">;] <stringvariable>
Es wird eine Zeile von der Tastatur geholt und der Stringvariablen zugewiesen. Im Gegensatz zu INPUT lassen sich alle Zeichen eingeben.

LINE INPUT# <I>,<stringvariable>
Wie LINE INPUT, nur werden die Daten nicht von der Tastatur, sondern von einem externen Speichermedium gelesen.

NULL I[,J]
LNULL I[,J]
stellt die Anzahl der Nullzeichen ein, die nach jedem CR/LF ausgegeben werden. I ist die Anzahl und J der Code des Zeichens. Fehlt J, so wird der Code 0 angenommen. LNULL wirkt auf den Drucker. Im Beispiel soll auf dem Drucker ein linker Rand von 6 Zeichen eingestellt werden:

```
LNULL 6,&20
```

OPEN <"modus">, [#]<dateinummer>, <name>
Eine Datei, die unter der <dateinummer> verwaltet wird, wird mit dem Filenamen <name> für Eingabe (Modus "I") oder ausgabe ("O") eröffnet. (Wenn nicht anders durch den Anwender installiert, erzeugt OPEN einen Dateikopf auf Magnetband.)

POS (I)
LPOS (I)
Diese beiden Funktionen liefern die aktuelle Druckposition des Bildschirms (POS) oder des Druckers (LPOS). I ist ein Dummywert und sichert ab, daß der Syntax bei Funktionen eingehalten wird.

PRINT [<ausgabeliste>]
LPRINT [<ausgabeliste>]
Ausgabe von numerischen Werten und Texten auf dem Bildschirm (PRINT) oder Drukker (LPRINT). Die <ausgabeliste> enthält alle zu druckenden Werte, durch Komma oder Semikolon getrennt. Das Komma teilt die Ausgabezeile in 14 Spalten große Zonen auf, in denen numerisch Werte rechtsbündig und Texte linksbündig angezeigt oder gedruckt werden, während das Semikolon nur die Elemente der Liste trennt und keine Positionierung vornimmt. Neben Komma und Semikolon lassen sich die Befehle TAB und SPC zusätzlich zum Positionieren nutzen. Am besten eignet sich jedoch PRINT USING zur Ausgabeformatierung. Beendet man die <ausgabeliste> mit einem Komma oder Semikolon, so wird kein CR/LF ausgegeben, und es kann in der gleichen Zeile weitergedruckt werden. Eine PRINT-Anwei-

sung ohne Ausgabeliste bewirkt die Ausgabe einer Leerzeile.

PRINT USING <zeilennummer>; <ausgabeliste>

LPRINT USING X$; <ausgabeliste>

Es werden Zahlen oder Zeichenketten in einem angegebenen Format gedruckt. Das Format wird in einer Zeile (und dort durch ! gekennzeichnet) oder in einem String spezifiziert. Zur Formatsteuerung benutzt man folgende Zeichen:

- \# Ziffernfeld
- \+ das Vorzeichen wird an der Stelle gedruckt, wo + steht
- – wie +, nur werden positive Zahlen ohne Vorzeichen gedruckt
- ** leere Positionen werden mit Sternchen gefüllt
- $$ Ein $ wird unmittelbar vor die erste Zahl gedruckt
- **$ Kombination aus ** und $$
- , an alle 3 Stellen wird ein Komma eingefügt (muß links vom Dezimalpunkt stehen).
- ^^^^ Zahlen werden im Exponentialformat ausgegeben
- leitet ein Stringformat ein. Das Format wird durch die folgenden Zeichen festgelegt:
  - L Linksangleich,
  - R Rechtsangleich,
  - C Zentrierung,
  - E Linksangleich mit Erweiterung, falls der String zu lang ist.

Einige Beispiele:

```
PRINT USING "##.##";PI druckt 3.14
A$="+#.##^^^^"
PRINT USING A$;PI druckt +3.14E+O
10 !'LLLLL 'LLLLLLL
20 PRINT USING 10;"abc";"cde"
```

PRINT# <I>, [<ausgabeliste>]

Wie PRINT, nur werden die Daten auf ein durch I gekennzeichnetes File (bzw. Gerät) ausgegeben. Die Ausgabeformate lassen sich auch hier durch USING einstellen.

SPC (I)

gibt, in PRINT angewendet, I Leerzeichen aus.

SWITCH <I>

verändert den Teil des JO-bytes, der für die Bildschirmausgabe verantwortlich ist. (Siehe auch Beschreibung des Monitorprogramms.)

TAB (I)

erzeugt (in PRINT angewendet) bis zur Position I Leerzeichen.

```
10 FOR I=-6 TO 6
20 PRINT TAB(SQU (I));"*"
30 NEXT I
```

WIDTH <I>[,]

LWIDTH <I>[,]

stellt die Zeilenbreite am Drucker (LWIDTH) oder Bildschirm (WIDTH) auf I ein. Nach der Ausgabe von I Zeichen wird automatisch ein CR/LF eingefügt. Ein nachgestelltes Komma unterdrückt die automatische CR/LF-Ausgabe. Die Zahlenausgabe in PRINT-Anweisungen wird in Abhängigkeit von WIDTH so gesteuert, daß keine Zahlen beim Zeilenwechsel «zerhackt» werden.

2.9.2.7. Grafikbefehle

Die Grafikbefehle ermöglichen in Verbindung mit den bereits beschriebenen Grafikunterprogrammen des Monitorprogramms (über Conout) das Erstellen von Grafiken.

CLS [n]

löscht den Bildschirm. CLS 0 wirkt wie CLS ohne Argument. CLS 1 löscht den Schirm weiß. (Achtung: Textausgaben sind nicht mehr sichtbar!)

DRAW <x0,y0,x1,x2>

Es wird eine Linie von den Koordinaten (x0,y0) nach (x1,y1) gezeichnet.

DRAW 0,0,255,255 zeichnet eine Diagonale über den Schirm

DRAWTO <x,y>

zeichnet eine Linie nach (x,y).

```
MOVE 20,20
DRAWTO 20,40
DRAWTO 40,40
DRAWTO 40,20
DRAWTO 20,20
```

Mit diesem kurzen Programm läßt sich ein Viereck zeichnen.

MOVE <x,y>

Die Grafikkoordinaten werden auf (x,y) gesetzt.

PAGE PAGE <adr1>, <adr2>

Mit Page können mehrere Bildschirmzeiten erzeugt werden. Dieser Befehl ist sehr sy-

stemspezifisch. Vor seiner Anwendung sollte man sich über die jeweilige Speicheraufteilung im klaren sein. <adr1> ist die Adresse, ab der der Bildwiederholspeicher von der Hardware ausgelesen werden soll. <adr2> ist die Adresse des Bildwiederholspeichers, auf welchen die Grafikbefehle wirken. Normalerweise sind beide Adressen gleich. Das System initialisiert &C000,&C000.

Ein Beispiel:
Der Interpreter wurde mit einem maximalen Speicherplatz &7FFF gestartet.

```
PAGE &C000,&8000 'ab Adresse &8000
                  wird ein Bildspeicher
CLS               'erzeugt und (unsicht-
                  bar!) gelöscht
FOR I=1 TO 100    'es werden 100 zufäl-
                  lige Vektoren
DRAWTO RND(1)*255,RND(1)*255
                  '(unsichtbar) gezeichnet
NEXT
PAGE &8000,&8000 'und jetzt angezeigt
```

Mit PAGE &C000,&C000 läßt sich dann wieder auf den alten Bildspeicher zurückschalten.

PEN n
Mit PEN wird der Schreibmodus ausgewählt:
- n=0 Penup; der «Schreibstift» ist inaktiv, alle Grafikbefehle wirken wie MOVE, d. h., sie zeichnen, ohne eine Spur auf dem Schirm zu hinterlassen.
- n=1 Pendown; der «Schreibstift» wird aktiv.
- n=2 Erase; die Grafikbefehle wirken löschend.
- n=3 Pen; die Grafikbefehle wirken schreibend.

Ein Beispiel:

```
CLS 1 'der Schirm wird weiß gelöscht
PEN 2 'löschend schreiben
DRAW 0,0,255,255
PLOT 77,3
```

PLOT <x,y>
setzt oder löscht einen Punkt auf der Koordinate (x,y) (in Abhängigkeit vorhergegangener PEN-Befehle).

POINT (<x,y>)
Abfrage, ob ein Punkt mit den Koordinaten (x,y) auf dem Bildschirm gesetzt ist.

```
10 x=100: y=100
20 IF POINT(x,y) THEN PEN 2: PLOT x,y
                 ELSE PEN 3: PLOT x,y
```

2.9.2.8. Befehle zur Programmspeicherung

Mit den folgenden Befehlen können Programme auf ein externes Speichermedium ausgelagert oder wieder eingelesen werden. Wenn, wie hier, ein Kassettenrecorder genutzt wird, gibt es auch bei diesen Befehlen gewisse Einschränkungen (siehe in diesem Zusammenhang auch Abschnitt 2.9.2.5.). Die ASCII-Befehle ALOAD, AMERGE usw. kann man nur bei geringen Datenübertragungsraten des Kassettenrecorders verwenden! Anmerkung: <name> ist eine Zeichenkette.

ALOAD <name>
lädt ein unter dem angegebenen Filenamen im ASCII-Code abgelegtes BASIC-Programm in den Rechner.

AMERGE <name>
mischt ein im ASCII-Code abgelegtes BASIC-Programm mit einem schon im Speicher vorhandenen Programm.

LOAD <name>
Das Programm, das mit SAVE und dem Filenamen <name> im interpreterinternen Format aufgezeichnet wurde, kann mit LOAD wieder geladen werden. Siehe auch RUN <name>.

SAVE <name>
Ein im Speicher vorhandenes Programm wird unter dem angegebenen Namen auf ein externes Speichermedium (Kassette) ausgelagert.

2.9.2.9. Fehlerbehandlung des BASIC-Interpreters

Der verwendete BASIC-Interpreter ermöglicht eine komfortable Fehlerbehandlung, wie sie bei Heimcomputern im allgemeinen nicht üblich ist. Deshalb soll sie im folgenden näher beschrieben werden.

ERR
ERL
Beide sind reservierte Variablen. Sie werden

in Fehlerbehandlungsprogrammen verwendet.
- ERR enthält den Fehlercode.
- ERL enthält die Zeilennummer, in der der Fehler auftrat.

ERROR <I>
simuliert das Auftreten eines Fehlers. I ist die Fehlernummer.

ON ERROR GOTO <zeilennummer>
Bei Auftreten eines Fehlers wird in ein Fehlermaßnahmeprogramm ab <zeilennummer> abgearbeitet. Ohne Wirkung, wenn <zeilennummer> = 0. Siehe auch ERROR, ERR, ERL, RESUME.

RESUME RESUME
RESUME NEXT
RESUME <zeilennummer>
Die Programmausführung wird nach einem Fehlerbehandlungsprogramm wie folgt fortgesetzt:
RESUME bei der Anweisung, die den Fehler verursacht hat.
RESUME NEXT bei der Anweisung, die der fehlerverursachenden unmittelbar folgt.
RESUME <zeile> bei der angegebenen Zeile.

Im Programmlauf können die verschiedensten Fehler auftreten, die einen Programmabbruch verursachen würden. Das wäre besonders ärgerlich, wenn eine mathematische Funktion punktweise berechnet und grafisch dargestellt werden soll und unerwarteterweise ein Fehler auftritt (Division durch 0 oder Überlauf). Die bisher berechneten Werte sind somit oft verloren, da sich das Programm nicht mehr fortsetzen läßt.

Auch Eingabefehler können zum Programmabbruch führen, wie das folgende einfache Beispiel zeigt:

```
10 INPUT «Gib zwei Zahlen ein»;A,B
20 C=A/B
30 PRINT C
40 GOTO 10
```

Normalerweise wird das Programm in der Schleife bleiben, nach jeder Eingabe die einfache Rechnung ausführen und das Ergebnis anzeigen. Gibt man B=0 oder gar nichts ein, kommt es in der Zeile 20 zum Fehler CAN'T /0, und das Programm wird abgebrochen. Um das zu verhindern, werden die folgenden Zeilen in das Programm eingefügt:

```
5 ON ERROR GOTO 100
100 REM FEHLERBEHANDLUNGSPROGRAMM
150 RESUME 10
```

Nach RUN wird in der Zeile 5 die Fehlerbehandlung «eingeschaltet». Tritt jetzt der oben beschriebene Fehler auf, so wird das Programm nicht abgebrochen, sondern zur Zeile 100 verzweigt. Die in der Zeile 150 stehende Anweisung RESUME 10 bewirkt den Rücksprung in die Zeile 10, und man kann die Eingabe wiederholen. Nun soll eine weitere Zeile in das Programm aufgenommen werden:

```
25 D=B*B/A
```

Konnte bisher nur ein Fehler auftreten, wenn B=0 war, so führt jetzt auch eine falsche Eingabe von A zum Fehler. Welche der beiden Variablen war bei der Eingabe 0? Durch eine Erweiterung der Fehlerbehandlungsroutine ist das einfach feststellbar.

```
110 IF ERL=20 THEN PRINT "DIE VARIABLE B WAR 0"
120 IF ERL=25 THEN PRINT "DIE VARIABLE A WAR 0"
```

Zur Feststellung wird die reservierte Systemvariable ERL herangezogen, die die Fehlerzeile enthält. Eine weitere Variable ERR enthält den Code des Fehlers. Im Beispiel könnte das Behandlungsprogramm auch wie folgt aussehen:

```
110 IF ERR=11 AND ERL=20 THEN B=1 E-38
120 IF ERR=11 AND ERL=25 THEN A=1 E-38
150 RESUME
```

Tritt wieder ein Fehler CAN'T /0 auf, lädt man die entsprechende Variable bei der Fehlerbehandlung mit einer sehr kleinen Zahl. Danach wird die entsprechende Division noch einmal ausgeführt (RESUME ohne Zeilennummer). Welche der beiden Variablen neu geladen wird, entscheiden die Zeilen 110 und 120, auch wenn es sich tatsächlich um eine Division durch Null (ERR=11) handelt. Trat beispielsweise ein arithmetischer Überlauf auf (in diesem Programm in der Zeile 25 bei der Multiplikation B*B), so ist es wahrscheinlich günstiger, die Eingabe zu wiederholen. In Zeile 150 wird diese Entscheidung gefällt:

```
150 IF ERR=6 THEN RESUME 10 ELSE RESUME
```

Andere Fehler sollen zum gewohnten Programmabbruch führen:

```
140 IF ERR <> 6 AND ERR <> 11 THEN
END
```

Die Fehlercodes sind in der Fehlerliste enthalten. Folgende Fehler kennt der BASIC-Interpreter:

```
 1 NEXT W/O FOR
 2 SYNTAX ERROR
 3 RETURN W/O GOSUB
 4 OUT OF DATA
 5 ILLEGAL FUNCTION
 6 ARITHMETIC OVERFLOW
 7 OUT OF MEMORY
 8 UNDEFINED STATEMENT
 9 SUBSCHRIFT OUT OF RANGE
10 RE-DIMENSIONED ARRAY
11 CAN'T /0
12 ILLEGAL DIRECT
13 TYPE MIS-MATCH
14 NO STRINGSPACE
15 STRING TOO LONG
16 TOO COMPLEX
17 CAN'T CONTINUE
18 UNDEFINED USER CALL
19 FILE NOT FOUND
20 ILLEGAL EOF
21 FILES DIFFERENT
22 RECOVERED
23 FNRETURN W/O FUNCTION CALL
24 MISSING STATEMENT NUMBER
25 WEND W/O WHILE
26 UNTIL W/O REPEAT
27 RESUME W/O ERROR
```

19, 20, 28–31 sind für Erweiterungen reservierte Fehlercodes. Die Fehlermeldungen sind selbsterklärend, so daß sich eine Erläuterung erübrigt.

Der BASIC-Interpreter ermöglicht auch die Selbstdefinition von Fehlern. Im oben benutzten Beispiel soll zusätzlich verhindert werden, daß die Variable A nie größer 100 wird. Dazu erweitert man das Programm noch einmal:

```
15 IF A>100 THEN ERROR 50
130 IF ERR=50 THEN A=100: RESUME
NEXT
```

Der Fehlercode 50 soll diesen Fehler (A>100) kennzeichnen. Zeile 15 bewirkt durch den Befehl ERROR 50 eine Unterbrechung.

Selbstdefinierte Fehlercodes ermöglichen sehr übersichtliche Programme, da ja die gesamte Fehlerbehandlung zentral in einem Programmteil durchgeführt werden kann. Das vermeidet vor allen Dingen bei umfangreichen Projekten verworrene Programmstrukturen. Der ERROR-Befehl steht aber nicht nur zur Fehlerbehandlung zur Verfügung. Er gestattet als «Software-Interrupt»-Quelle einige ganz neue Programmiertechniken, die bisher bei Kleincomputern ausgeschlossen waren. Natürlich lassen sich hier nicht alle Möglichkeiten beschreiben.

2.9.3. Das Programm

Auf den folgenden Seiten ist das Programm als Hex-Dump abgedruckt. Leider ist es bei einem so umfangreichen Programm, es ist etwa 14 Kbyte lang, nicht einfach eine zweckmäßige Form zur Veröffentlichung zu finden. Der Hex-Dump (Tabelle 2.9) ist eine Kompromißlösung. Aber diese Form ermöglicht es, den BASIC-Interpreter einem großen Interessentenkreis zugänglich zu machen. Um das «Eintippen» zu erleichtern, wird jede Zeile der Dumps mit einer Prüfsumme ergänzt. Diese Prüfsumme ist einfach die 16-bit-Summe der bytes dieser Zeile.

Tabelle 2.9. Hexdump des BASIC-Interpreters

```
0100: C3 70 37 C3 03 F0 C3 06 F0 C3 09 F0 C3 0C F0 C3 Cp7C.pC.pC.pC.pC =0917
0110: 0F F0 C3 12 F0 C3 15 F0 C3 18 F0 C3 1B F0 C3 1E .pC.pC.pC.pC.pC. =0906
0120: F0 C3 75 34 C3 78 34 C3 8F 34 C3 7B 34 C3 72 34 pCu4Cx4C.4C{4Cr4 =082C
0130: C3 49 10 C3 32 10 C3 C8 18 70 37 FF EF 00 00 00 CI.C2.CH.p7.o... =0659
0140: 00 43 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .C.............. =0044
0150: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0160: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0170: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0180: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FF ................ =00FF
0190: FF 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =00FF
01A0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
01B0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
01C0: 00 00 00 80 00 80 00 80 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0180
01D0: 00 00 00 C3 09 01 C3 03 01 00 20 0E 00 00 01 00 ...C..C... ..... =01C3
01E0: 50 38 00 00 00 00 FF FF FF FF 00 00 00 75 00 00 P8...........u.. =04F9
01F0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0200: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0210: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 C3 70 37 00 00 00 ..........Cp7... =016A
0220: 00 00 00 00 00 00 00 00 2C 72 00 00 00 00 00 00 ........,r...... =009E
0230: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0240: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0250: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0260: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0270: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0280: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0290: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
02A0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
02B0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
02C0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
02D0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
02E0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
02F0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0300: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0Q 00 ................ =0000
0310: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0320: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0330: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
0340: 00 00 00 00 00 00 00 00 AC 27 B6 28 1A 32 D7 27 ........,'6(.2W' =02FB
0350: 30 01 A0 18 C7 1D D9 18 D4 18 0F 35 34 2F 34 30 0. .G.Y.T..54/40 =04B5
0360: F4 25 8A 2F 70 30 7D 30 00 31 17 31 73 24 38 32 t%./p0}0.1.1s$82 =0499
0370: EB 31 E5 31 CA 31 9C 31 45 1C 62 1A 1E 1E 54 1C k1e1J1.1E.b...T. =0583
0380: 90 1C A9 1C B9 1C E9 1C F2 1C A5 32 65 1C 45 33 ..).9.i.r.%2e.E3 =0629
0390: 4B 33 1E 34 21 1D 79 CC 29 79 96 24 7C 44 26 7C K3.4!.yL)y.$|D&| =0511
03A0: C8 26 7C 13 32 7C FB 31 7F 3D 2F 50 0E 16 46 0D H&|.2|{1.=/P..F. =0509
03B0: 16 46 0B 16 C5 0F 6C 0E 74 14 13 11 71 12 77 13 .F..E.l.t...q.w. =0384
03C0: 8E 13 BD 16 DF 13 2F 11 CF 10 C7 19 40 12 67 0F ..=._./.O.G.@.g. =052D
03D0: B2 10 F0 10 15 11 C3 0F D0 1D 1E 12 01 10 D6 1D 2.p...C.P.....V. =04DB
03E0: E0 18 7A 24 79 12 77 10 C7 19 49 36 15 11 15 11 '.z$y.w.G.I6.... =0453
03F0: 76 12 C5 20 C2 20 7A 22 39 1E 55 1E FE 0F 58 1E v.E B z"9.U.~.X. =0538
0400: 94 22 91 22 11 09 62 24 2F 24 00 24 BD 23 7C 13 ."."..b$/$.$=#|. =03EF
0410: A2 10 92 36 D9 0A 4C 13 F9 22 9C 35 A1 35 E8 36 "..6Y.L.y".5!5h6 =069C
0420: 85 0D 82 0D 80 1E 8D 20 E8 20 4F 32 65 32 B8 32 ....... h O2e282 =0576
0430: 09 33 1A 33 23 33 52 33 84 33 49 35 1B 35 C5 33 .3.3#3R3.3I5.5E3 =03E1
0440: D3 33 E9 33 04 34 0C 34 14 34 3E 34 1E 01 EC 0F S3i3.4.4.4>4..l. =046E
0450: 45 4E C4 46 4F D2 4E 45 58 D4 44 41 54 C1 50 52 ENDFORNEXTDATAPR =06B9
0460: 49 4E 54 20 A3 49 4E 50 55 54 20 A3 49 4E 50 55 INT #INPUT #INPU =053D
0470: D4 44 49 CD 52 45 41 C4 4C 45 D4 47 4F 20 54 CF TDIMREADLETGO TO =0708
0480: 46 4E 45 4E C4 49 C6 52 45 53 54 4F 52 C5 47 4F FNENDIFRESTOREGO =0634
0490: 20 53 55 C2 52 45 54 55 52 CE 52 45 CD 53 54 4F  SUBRETURNREMSTO =0644
04A0: D0 4F 55 D4 4F CE 4E 55 4C CC 57 41 49 D4 44 45 POUTONNULLWAITDE =075E
04B0: C6 50 4F 4B C5 50 52 49 4E D4 43 4C 45 41 D2 46 FPOKEPRINTCLEARF =06AF
04C0: 4E 52 45 54 55 52 CE 53 41 56 C5 A1 45 4C 53 C5 NRETURNSAVE!ELSE =06A7
```

```
04D0: 4C 50 52 49 4E D4 54 52 41 43 C5 4C 54 52 41 43 LPRINTTRACELTRAC =05BE
04E0: C5 52 41 4E 44 4F 4D 49 5A C5 53 57 49 54 43 C8 ERANDOMIZESWITCH =0640
04F0: 4C 57 49 44 54 C8 4C 4E 55 4C CC 57 49 44 54 C8 LWIDTHLNULLWIDTH =0653
0500: 4C 56 41 D2 4C 4C 56 41 D2 A7 50 52 45 43 49 53 LVARLLVAR'PRECIS =0623
0510: 49 4F CE 43 41 4C CC 45 52 41 53 C5 53 57 41 D0 IONCALLERASESWAP =06AD
0520: 4C 49 4E C5 52 55 CE 4C 4F 41 C4 4E 45 D7 41 55 LINERUNLOADNEWAU =06BD
0530: 54 CF 43 4F 50 D9 41 4C 4F 41 C4 41 4D 45 52 47 TOCOPYALOADAMERG =062B
0540: C5 41 53 41 56 C5 4C 49 53 D4 4C 4C 49 53 D4 52 EASAVELISTLLISTR =06CB
0550: 45 4E 55 4D 42 45 D2 44 45 4C 45 54 C5 45 44 49 ENUMBERDELETEEDI =0593
0560: D4 44 45 C7 52 41 C4 57 48 49 4C C5 57 45 4E C4 TDEGRADWHILEWEND =0722
0570: 52 45 50 45 41 D4 55 4E 54 49 CC 45 52 52 4F D2 REPEATUNTILERROR =0657
0580: 52 45 53 55 4D C5 4F 50 45 CE 43 4C 4F 53 C5 43 RESUMEOPENCLOSEC =063C
0590: 4C D3 43 55 52 53 4F D2 44 52 41 D7 4D 4F 56 C5 LSCURSORDRAWMOVE =06E2
05A0: 50 4C 4F D4 50 45 CE 50 41 47 C5 53 59 53 54 45 PLOTPENPAGESYSTE =0657
05B0: CD 43 4F 4E D4 55 53 49 4E C7 50 C9 54 41 42 A8 MCONTUSINGPITAB( =071F
05C0: 54 CF 46 CE 53 50 43 A8 54 48 45 CE 4E 4F D4 53 TOFNSPC(THENNOTS =0738
05D0: 54 45 D0 AB AD AA AF 44 49 D6 4D 4F C4 DE 41 4E TEP+-*/DIVMOD^AN =084A
05E0: C4 4F D2 58 4F D2 BE BD BC 53 47 CE 49 4E D4 46 DORXOR>=<SGNINTF =08AE
05F0: 49 D8 41 42 D3 55 53 D2 46 52 C5 49 4E D0 50 4F IXABSUSRFREINPPO =0754
0600: D3 4C 50 4F D3 45 4F C6 53 51 D2 52 4E C4 4C 4F SLPOSEOFSQRRNDLO =0760
0610: C7 45 58 D0 43 4F D3 53 49 CE 54 41 CE 41 54 CE GEXPCOSSINTANATN =07C9
0620: 50 45 45 CB 46 52 41 C3 4C 47 D4 53 51 D5 42 49 PEEKFRACLGTSQUBI =06AC
0630: 4E A4 48 45 58 A4 4C 45 CE 53 54 52 A4 56 41 CC N$HEX$LENSTR$VAL =06DA
0640: 41 53 C3 53 50 41 43 45 A4 43 48 52 A4 4C 45 46 ASCSPACE$CHR$LEF =05BF
0650: 54 A4 52 49 47 48 54 A4 4D 49 44 A4 49 4E 4B 45 T$RIGHT$MID$INKE =05BF
0660: 59 A4 53 54 52 49 4E 47 A4 45 52 D2 45 52 CC 50 Y$STRING$ERRERLP =0694
0670: 4F 49 4E D4 49 4E 53 54 D2 00 00 00 00 00 00 4E OINTINSTR......N =0418
0680: 45 58 54 20 57 2F 4F 20 46 4F D2 53 59 4E 54 41 EXT W/O FORSYNTA =04FC
0690: 58 20 45 52 52 4F D2 52 45 54 55 52 4E 20 57 2F X ERRORRETURN W/ =0508
06A0: 4F 20 47 4F 53 55 C2 4F 55 54 20 4F 46 20 44 41 O GOSUBOUT OF DA =04C1
06B0: 54 C1 49 4C 4C 45 47 41 4C 20 46 55 4E 43 54 49 TAILLEGAL FUNCTI =04F8
06C0: 4F CE 41 52 49 54 48 4D 45 54 49 43 20 4F 56 45 ONARITHMETIC OVE =0511
06D0: 52 46 4C 4F D7 4F 55 54 20 4F 46 20 4D 45 4D 4F RFLOWOUT OF MEMO =0505
06E0: 52 D9 55 4E 44 45 46 49 4E 45 44 20 53 54 41 54 RYUNDEFINED STAT =0519
06F0: 45 4D 45 4E 54 A0 53 55 42 53 43 52 49 50 54 20 EMENT SUBSCRIPT  =04F8
0700: 4F 55 54 20 4F 46 20 52 41 4E 47 C5 52 45 2D 44 OUT OF RANGERE-D =04C2
0710: 49 4D 45 4E 53 49 4F 4E 45 44 20 41 52 52 41 D9 IMENSIONED ARRAY =050A
0720: 43 41 4E 27 54 20 2F B0 49 4C 4C 45 47 41 4C 20 CAN'T /0ILLEGAL  =0466
0730: 44 49 52 45 43 D4 54 59 50 45 20 4D 49 53 2D 4D DIRECTTYPE MIS-M =0500
0740: 41 54 43 C8 4E 4F 20 53 54 52 49 4E 47 20 53 50 ATCHNO STRING SP =04F7
0750: 41 43 C5 53 54 52 49 4E 47 20 54 4F 4F 20 4C 4F ACESTRING TOO LO =04ED
0760: 4E C7 54 4F 4F 20 43 4F 4D 50 4C 45 D8 43 41 4E NGTOO COMPLEXCAN =0591
0770: 27 54 09 43 4F 4E 54 49 4E 55 C5 55 4E 44 45 46 'T.CONTINUEUNDEF =04DB
0780: 49 4E 45 44 20 55 53 45 52 20 43 41 4C CC 46 49 INED USER CALLFI =04CA
0790: 4C 45 20 4E 4F 54 20 46 4F 55 4E C4 49 4C 4C 45 LE NOT FOUNDILLE =04E4
07A0: 47 41 4C 20 45 4F C6 46 49 4C 45 53 20 44 49 46 GAL EOFFILES DIF =04B4
07B0: 46 45 52 45 4E D4 52 45 43 4F 56 45 52 45 C4 46 FERENTRECOVEREDF =05A9
07C0: 4E 52 45 54 55 52 4E 20 57 2F 4F 20 46 55 4E 43 NRETURN W/O FUNC =046F
07D0: 54 49 4F 4E 20 43 41 4C CC 4D 49 53 53 49 4E 47 TION CALLMISSING =0510
07E0: 20 53 54 41 54 45 4D 45 4E 54 20 4E 55 4D 42 45  STATEMENT NUMBE =046C
07F0: D2 57 45 4E 44 20 57 2F 4F 20 57 48 49 4C C5 55 RWEND W/O WHILEU =0563
0800: 4E 54 49 4C 20 57 2F 4F 20 52 45 50 45 41 D4 52 NTIL W/O REPEATR =04DF
0810: 45 53 55 4D 45 20 57 2F 4F 20 45 52 52 4F D2 44 ESUME W/O ERRORD =04E2
0820: 49 53 4B 20 49 2F 4F 20 45 52 52 4F D2 46 49 4C ISK I/O ERRORFIL =04D3
0830: 45 20 4E 4F 54 20 4F 50 45 CE 46 49 4C 45 20 41 E NOT OPENFILE A =04A9
0840: 4C 52 45 41 44 59 20 4F 50 45 CE 46 49 4C 45 20 LREADY OPENFILE  =04D3
0850: 41 4C 52 45 41 44 59 20 45 58 49 53 54 D3 45 52 ALREADY EXISTSER =0519
0860: 52 4F 52 A0 2A 49 4E 56 41 4C 49 44 20 49 4E 50 ROR *INVALID INP =04CB
0870: 55 54 8A 20 40 20 4C 49 4E 45 A0 0A 52 45 41 44 UT. @ LINE .READ =04A1
0880: 59 8A 2A 45 58 54 52 41 20 4C 4F 53 54 8A 0A 2A Y.*EXTRA LOST..* =04B1
0890: 42 52 45 41 CB 00 16 FF 21 04 00 39 01 11 00 7E BREAK...!..9...~ =03E8
```

```
08A0: 23 FE 81 C0 7E 23 E5 66 6F 7A B3 EB 28 07 EB 7C #~.@~#efoz3k(.k| =086B
08B0: 92 20 02 7D 93 E1 23 C8 09 18 E4 CD E2 08 C5 E3 . .}.a#H..dMb.Ec =07F4
08C0: C1 B7 E5 ED 52 C5 E3 C1 EB E3 03 ED B8 23 13 42 A7emREcAkc.m8#.B =09F3
08D0: 4B D1 C9 0E 03 E5 2A 9D 01 06 00 09 09 CD E2 08 KQI..e*......Mb. =0572
08E0: E1 C9 D5 EB 21 D8 FF 39 7C 92 20 02 7D 93 EB D1 aIUk!X.9|. .}.kQ =0997
08F0: D0 1E 07 18 33 BE CA 48 0F 18 16 3A 8A 01 B7 20 P...3>JH...:..7  =04E9
0900: 0A C1 21 64 08 CD 5B 0D C3 29 0B 2A 87 01 22 8F .A!d.M[.C).*..". =04E7
0910: 01 1E 02 01 1E 0B 01 1E 0A 01 1E 12 01 1E 01 01 ................ =00C6
0920: 1E 19 01 1E 1A 01 1E 1B 3A 0F 02 B7 C4 1D 35 2A ........:..7D.5* =02EC
0930: C8 01 7C B5 28 2D 3A CA 01 B7 20 27 7B 32 CA 01 H.|5(-:J.7 '{2J. =05CA
0940: D9 2A 8F 01 22 CB 01 23 7C B5 D9 28 16 EB 2A D1 Y*.."K.#|5Y(.k*Q =06D2
0950: 01 22 CF 01 2A 8B 01 22 CD 01 01 CE 0E C5 C3 D2 ."O.*.."M..N.ECR =05D0
0960: 10 1E 16 CD 07 0B CD 2D 0B CD 0B 13 D5 AF BB 20 ...M..M-.M..U/;  =0572
0970: 02 1E 05 3E 1F BB 30 0E 21 5E 08 CD 5B 0D 26 00 ...>.;0.!^.M[.&. =035D
0980: 6B CD EE 29 18 13 21 7F 06 1D 28 0A CB 7E 23 28 kMn)..!...(.K~#( =0503
0990: FB 18 F6 1E 00 D5 CD 5B 0D 2A 8F 01 7C A5 3C F5 {.v..UM[.*..|%<u =073D
09A0: C4 E6 29 E1 E3 3E 02 BD 20 0D F1 28 0B CD 0B 13 Df)ac>.= .q(.M.. =06D0
09B0: ED 5B 8F 01 C3 ED 20 D1 CD 2D 0B CD 9C 0B 32 21 m[..Cm QM-.M..2! =0745
09C0: 02 CD F8 12 21 FF FF 22 8F 01 3A 21 02 B7 28 30 .Mx.!..."..:!.7(0 =0616
09D0: 2A 10 02 FA 2E 36 ED 5B 12 02 19 DA 0D 18 22 10 *..z.6m[...Z..". =0440
09E0: 02 E5 CD EE 29 D1 D5 CD B8 0A 3E 2A 38 02 3E 20 .eMn)QUM8.>*8.>  =0700
09F0: CD F4 0C CD B1 0C CD 48 0F D1 B7 28 BB 37 18 0A Mt.M1.MH.Q7(;7.. =073F
0A00: CD B1 0C CD 48 0F 3C 3D 28 BA F5 FE 03 CA 8D 0F M1.MH.<=(:u~.J.. =0765
0A10: D9 21 21 02 34 35 D9 CC 4E 10 FE 20 20 01 23 D5 Y!!.45YLN.~  .#U =05C0
0A20: CD AC 0B 47 D1 F1 D2 1A 0F D5 C5 23 7E B7 28 0C M,.GQqR..UE#~7(. =07AE
0A30: FE 20 28 F7 FE 09 28 F3 FE 0A 28 EF F5 CD B8 0A ~ (w~.(s~.(ouM8. =0902
0A40: C5 30 14 EB 2A 99 01 1A 02 03 13 7C 92 20 02 7D E0.k*......|. .} =0497
0A50: 93 20 F4 ED 43 99 01 D1 F1 28 21 ED 4B 99 01 E1 . tmC..Qq(!mK..a =082F
0A60: 09 E5 CD BB 08 E1 22 99 01 EB 74 23 23 D1 73 23 .eM;.a"..kt##Qs# =0727
0A70: 72 23 11 29 02 1A 77 23 13 B7 20 F9 CD EB 0A 23 r#.)..w#.7 yMk.# =054D
0A80: EB 21 C4 09 E5 62 6B 7E 23 B6 C8 23 23 23 AF BE k!D.ebk~#6H###/> =0780
0A90: 23 20 FC EB 73 23 72 18 EC 11 00 00 D5 28 0C D1 # |ks#r.l...U(.Q =0621
0AA0: CD 82 0F D5 28 0E 3E D8 CD F5 08 11 FF FF C4 82 M..U(.>XMu....D. =089E
0AB0: 0F C2 11 09 EB D1 E3 E5 2A 97 01 44 4D 7E 23 B6 .B..kQce*..DM~#6 =0719
0AC0: 2B C8 23 23 7E 23 66 6F ED 52 60 69 7E 23 66 6F +H##~#fomR'i~#fo =062D
0AD0: 3F C8 3F D0 D9 19 D9 18 E2 C0 CD 1D 35 2A 97 01 ?H?PY.Y.b@M.5*.. =077C
0AE0: AF 32 19 02 77 23 77 23 22 99 01 2A 97 01 2B 22 /2..w#w#"..*..+" =03FB
0AF0: 8B 01 2A 3B 01 22 83 01 CD 78 0F CD 65 32 2A 99 ..*;."..Mx.Me2*. =0513
0B00: 01 22 9B 01 22 9D 01 C1 ED 7B 95 01 21 43 01 22 ."..."..Am{..!C." =04C5
0B10: 41 01 AF 67 6F 22 93 01 22 C8 01 22 CB 01 32 CA A./go".."H."K.2J =0552
0B20: 01 32 89 01 32 1D 02 E5 C5 2A 8B 01 C9 AF 32 3D .2..2..eE*..I/2= =0555
0B30: 01 FD 21 09 01 FD 22 D4 01 FD 21 D9 01 C9 EB 21 .}!..}"T.}!Y.Ik! =06EA
0B40: 31 0B E3 E5 EB FD 21 0F 01 FD 22 D4 01 FD 21 DF 1.cek}!..}"T.}!_ =080E
0B50: 01 C9 EB 21 31 0B E3 E5 3E 4F 32 EC 01 CD 87 0B .Ik!1.ce>O21.M.. =06E5
0B60: 11 24 01 ED 53 D4 01 FD 21 E5 01 C9 EB 21 9C 0B .$.mST.}!e.Ik!.. =06CB
0B70: E3 E5 3E 49 32 EC 01 3E 01 32 94 13 CD 87 0B 11 ce>I21.>.2..M... =05F6
0B80: 21 01 ED 53 D7 01 C9 EB CA 11 09 3E FF 32 0E 02 !.mSW.IkJ..>.2.. =0651
0B90: CD 0E 1E 32 EB 01 3E 2C CD F5 08 C9 DD 21 03 01 M..2k.>,Mu.I]!.. =0616
0BA0: DD 22 D7 01 AF 32 3D 01 32 94 13 C9 AF 32 40 01 ]"W./2=.2..I/2@. =05BA
0BB0: 0E 05 11 29 02 7E 47 B7 CA 6D 0C FE 21 38 6B FE ...).~G7Jm.~!8k~ =05CE
0BC0: 22 CA 5A 0C 3A 40 01 B7 47 7E 20 5E FE 3F 3E 98 "JZ.:@.7G~ ^~?>. =05DA
0BD0: 28 58 7E FE 30 38 04 FE 3A 38 4F D5 11 50 04 E5 (X~~08.~:8OU.P.e =0646
0BE0: 18 02 23 13 1A B7 28 39 FE 20 20 09 13 7E FE 20 ..#..7(9~  ..~~  =0478
0BF0: 20 03 23 18 F8 EB 1A FE 60 38 02 E6 5F AE E6 7F  .#.xk.~'8.f_.f. =074B
0C00: EB 20 5D 1A 17 30 DB F1 78 FE 64 CB FF 38 1A D1 k ]..0[qx~dK.8.Q =085C
0C10: EB 36 FF 78 D6 64 F6 80 0C 23 EB 23 12 13 0C 18 k6.xVdv..#k#.... =06CE
0C20: 94 E1 7E FE 60 38 02 E6 5F D1 EB FE 9D 36 3A 20 .a~~'8.f_Qk~.6:  =08B7
0C30: 02 0C 23 EB 23 12 13 0C D6 3A 28 0A FE 6E 06 3A ..#k#...V:(.~n.: =045E
0C40: 28 11 FE 49 20 03 32 40 01 D6 56 28 05 D6 0C C2 (.~I .2@.VV(.V.B =0513
0C50: B5 0B 47 7E B7 28 16 B8 28 D0 23 12 0C 13 18 F3 5.G~7(.8(P#....s =0589
0C60: E1 E5 04 EB CB 7E 23 28 FB EB C3 E4 0B 21 28 02 ae.kK~#({kCd.!(. =082C
```

```
0C70: 12 13 12 13 12 C9 78 3D FD B6 00 28 34 10 02 18 .....Ix=}6.(4... =0413
0C80: 2D 2B CD FE 0C 18 33 3E 3F CD 06 0D 3E 3F CD 06 -+M~..3>?M..>?M. =0527
0C90: 0D CD F2 0C CD B1 0C 23 7E 2B FE 03 C9 CD 31 0B .Mr.M1.#~+~.IM1. =0701
0CA0: F5 3E 5E CD 06 0D F1 F6 40 18 5B CD A0 0C CD 2B u>^M..qv@.[M .M+ =077C
0CB0: 13 21 29 02 06 01 78 32 1D 02 CD 67 0D FE 07 28 .!)...x2..Mg.~.( =039D
0CC0: 20 FE 0D CA 06 13 FE 03 CA FE 12 FE 15 28 DC FE  ~.J..~.J~.~.(\~ =07FE
0CD0: 08 28 A3 FE 0A 20 06 05 28 D7 04 18 04 FE 20 38 .(#~. ..(W...~ 8 =047B
0CE0: D9 4F 78 FE FD 3E 07 30 04 79 77 23 04 CD F4 0C YOx~}>.0.yw#.Mt. =06F8
0CF0: 18 C8 3E 20 FE 0A 20 0E CD 0B 13 3E 0A C9 CD 04 .H> ~. .M..>.IM. =0541
0D00: 0D CD F2 0C 3E 08 C5 4F 3A 3D 01 B7 20 49 79 FE .Mr.>.EO:=.7 Iy~ =0641
0D10: 09 20 27 FD 7E 01 E6 F8 3D FD BE 00 38 17 FD 7E . '}~.fx=}>.8.}~ =076C
0D20: 00 E6 07 2F C6 09 47 0E 20 CD D3 01 FD 34 00 10 .f./F.G. MS.}4.. =0542
0D30: F8 0E 09 18 22 CD 0B 13 18 F7 FE 08 20 03 FD 35 x..."M...w~. .}5 =059E
0D40: 00 FE 20 38 0F FD 7E 00 FD 96 01 FD B6 05 CC 0B .~ 8.}~.}..}6.L. =0703
0D50: 13 FD 34 00 CD D3 01 79 C1 B7 C9 7E CB BF CD F4 .}4.MS.yA7I~K?Mt =0968
0D60: 0C CB 7E C0 23 18 F4 CD D6 01 E6 7F FE 7F 28 F7 .K~@#.tMV.f.~.(w =08E9
0D70: 32 27 02 FE 0F C0 CD 9D 0C 3A 3D 01 2F 32 3D 01 2'.~.@M..:=./2=. =04B5
0D80: AF C9 CD 45 0B C1 CD 99 0A C5 21 00 00 22 15 02 /IME.AM..E!.."..  =05E5
0D90: CD 0B 13 E1 D1 4E 23 46 23 78 B1 28 51 CD 90 0F M..aQN#F#x1(QM.. =0685
0DA0: C5 4E 23 46 23 C5 E3 EB 7C 92 20 02 7D 93 C1 38 EN#F#Eck|. .}.A8 =076B
0DB0: 3C E3 E5 C5 EB CD EE 29 E1 CD F2 0C CD F1 0D DD <ceEkMn)aMr.Mq.] =0AEC
0DC0: 7E 00 B7 28 12 47 17 30 09 AF DD 77 00 DD 77 01 ~.7(.G.0./]w.]w. =055E
0DD0: 18 05 CD F2 0C 10 FB DD 7E 01 DD 77 00 01 90 0D ..Mr..{]~.]w.... =0641
0DE0: C5 21 29 02 2B 06 00 CD 98 1A C3 DC 1A C1 C3 B8 E!).+..M..C\.AC8 =06B6
0DF0: 09 01 28 02 DD 21 15 02 3E E1 7E 03 B7 23 02 C8 ..(.]!..>a~.7#.H =048D
0E00: F2 FA 0D FE FF 20 06 7E 23 C6 64 18 3F FE 81 28 rz.~. .~#Fd.?~.( =07E5
0E10: 08 FE BD 28 04 FE BF 20 05 DD 34 01 18 29 FE 82 .~=(.~? .]4..)~. =06A4
0E20: 20 17 E5 F5 CD 46 0F 28 0C FE 2C 20 F7 DD 35 00  .euMH.(.~, w]5. =06BC
0E30: DD 35 01 18 EF F1 E1 18 08 FE BE 28 04 FE C0 20 ]5..oqa..~>(.~@  =07D2
0E40: 06 DD 35 00 DD 35 01 FE 9D 20 01 0B D6 80 E5 21 .]5.]5.~. ..V.e! =064E
0E50: 50 04 28 08 CB 7E 23 28 FB 3D 20 F8 7E FE 20 28 P.(.K~#((= x~~ ( =062C
0E60: 08 B7 CB BF 02 FA F9 0D 03 23 18 F0 3E 29 32 89 .7K?.zy..#.p>)2. =069B
0E70: 01 CD 2F 11 E3 CD 98 08 D1 20 02 09 F9 EB 0E 0A .M/.cM..Q ..yk.. =0656
0E80: CD D5 08 E5 CD 13 11 E3 E5 2A 8F 01 E3 3E D1 CD MU.eM..ce*..c>QM =08C1
0E90: F5 08 CD C1 14 CD BE 14 E5 CD 0B 28 E1 C5 DD E5 u.MA.M>.eM.(aE]e =098B
0EA0: D5 01 00 81 DD 21 00 00 51 59 7E FE D6 3E 01 20 U...]!..QY~~V>.  =05B0
0EB0: 0E CD 48 0F CD BE 14 E5 CD 0B 28 CD C8 27 E1 C5 .MH.M>.eM.(MH'aE =0818
0EC0: DD E5 D5 F5 33 E5 2A 8B 01 E3 06 81 C5 33 CD 12 ]eUu3e*..c..E3M. =089B
0ED0: 01 3C CC 95 0F ED 73 D1 01 22 8B 01 7E FE 3A 28 .<L..msQ."..~~:( =066B
0EE0: 39 B7 C2 11 09 23 7E 23 B6 23 CA CD 0F 5E 23 56 97B..#~#6#JM.^#V =05E6
0EF0: ED 53 8F 01 3A 19 02 B7 28 20 F5 FC 45 0B D5 E5 mS..:..7( u|E.Ue =071F
0F00: 3E 3C CD 06 0D EB CD EE 29 3E 3E CD 06 0D E1 D1 ><M..kMn)>>M..aQ =0737
0F10: F1 87 30 06 CD 31 0B 87 38 E0 CD 48 0F 11 CE 0E q.0.M1..8'MH..N. =0667
0F20: D5 C8 D6 80 DA 33 11 FE 7F 20 0A 23 7E FE A0 CA UHV.Z3.~. .#~~ J =08C1
0F30: 93 11 C3 11 09 FE 4E D2 11 09 11 B4 03 07 4F 06 ..C..~NR...4..O. =04DD
0F40: 00 EB 09 4E 23 46 C5 EB 23 7E FE A8 20 08 23 7E .k.N#FEk#~~( .#~ =066B
0F50: FE 3A C8 B7 20 F8 FE 3A D0 FE 20 28 EB FE 0A 28 ~:H7 x~:P~ (k~.( =0938
0F60: E7 FE 30 3F 3C 3D C9 28 0F CD 82 0F E5 CD B8 0A g~0?<=I(.M..eM8. =079F
0F70: D1 D2 EB 10 60 69 18 04 EB 2A 97 01 2B 22 9F 01 QRk.'i..k*..+".. =061D
0F80: EB C9 2B CD 48 0F CD 4E 10 18 BE C1 C1 B7 18 3C kI+MH.MN..>AA7.< =0791
0F90: CD 12 01 3C C0 CD 03 01 E6 7F 32 27 02 FE 14 20 M..<@M..f.2'.~.  =059F
0FA0: 0C E5 2A 8F 01 7C A5 3C C4 87 20 E1 C9 FE 13 20 .e*..|%<D. aI~.  =074E
0FB0: 0B CD 67 0D FE 03 28 04 FE 11 20 F5 FE 03 C0 CD .Mg.~.(.~. u~.@M =072B
0FC0: 9D 0C 3E C0 F6 C0 CC 1D 35 22 8B 01 C1 F5 2A 8F ..>@v@L.5"..Au*. =0798
0FD0: 01 7D A4 3C 28 09 22 91 01 2A 8B 01 22 93 01 CD .}$<(."..*.."..M =047C
0FE0: 2D 0B F1 21 8E 08 C2 93 09 C3 B8 09 1E 11 2A 93 -.q!..B..C8...*. =05AE
0FF0: 01 7C B5 28 56 EB 2A 91 01 22 8F 01 EB C9 CD 3E .|5(Vk*.."..kIM> =06C8
1000: 0B CD 0E 1E FE 32 30 41 FD 77 03 3E 2C BE C0 CD .M..~20A}w.>,>@M =06D1
1010: 48 0F CD 0E 1E FD 77 04 C9 7E FE 41 D8 FE 5B 3F H.M..}w.I~~AX~[? =07BE
1020: C9 CD C1 14 18 0C CD 48 0F CD BE 14 CD C8 27 FA IMA...MH.M>.MH'z =0808
1030: 49 10 3A A6 01 FE 91 DA 7E 28 01 80 91 DD 21 00 I.:&.~.Z~(...]!. =0659
```

```
1040: 00 11 00 00 CD 3F 28 51 C8 1E 05 C3 28 09 2B 11 ....M?(QH..C(.+. =03B1
1050: 00 00 23 7E B7 C8 FE 30 3F D0 FE 3A D0 E5 21 98 ..#~7H~0?P~:Pe!. =0803
1060: 19 B7 ED 52 DA 11 09 62 6B 19 29 19 29 D6 30 5F .7mRZ..bk.).)VO_ =05B9
1070: 16 00 19 EB E1 18 DB 28 26 CD 29 10 CD 49 0F C0 ...ka.[(&M).MI.@ =0627
1080: E5 2A 3B 01 ED 52 EB DA 11 09 2A 99 01 01 28 00 e*;.mRkZ..*...(. =0556
1090: 09 7C 92 20 02 7D 93 D2 F1 08 EB 22 95 01 E1 C3 .|. .}.Rq.k"..aC =075B
10A0: EF 0A CA EB 0A FE 22 CA 08 36 CD EF 0A 01 CE 0E o.Jk.~"J.6Mo..N. =0783
10B0: 18 1C 0E 03 CD D5 08 C1 E5 ED 5B 8F 01 D5 7A B3 ....MU.Aem[..Uz3 =076F
10C0: 3C 3A 1D 02 57 20 04 AF 32 1D 02 1E 8E D5 C5 CD <:..W ./2....UEM =0523
10D0: 4E 10 CD 15 11 E5 2A 8F 01 7C 92 20 02 7D 93 E1 N.M..e*..|. .}.a =0611
10E0: 23 DC BB 0A D4 B8 0A 60 69 2B D8 1E 08 C3 28 09 #\;.T8.'i+X..C(. =0640
10F0: C0 CD 96 08 56 23 F9 FE 8E 1E 03 20 F0 E1 22 8F @M..V#y~... pa". =07EC
1100: 01 7C A5 3C 21 1D 02 7E 72 20 04 B7 C2 4D 1A 21 .|%<!..~r .7BM.! =04B3
1110: CE 0E E3 01 3A 0E 00 06 00 79 48 47 7E B7 C8 B8 N.c.:....yHG~7H8 =05CB
1120: C8 23 FE 22 28 F3 D6 8C 20 F2 B8 8A 57 18 ED FE H#~"(sV. r8.W.m~ =0936
1130: A0 28 60 CD C2 16 3E E2 CD F5 08 D5 3A 3F 01 F5  ('MB.>bMu.U:?.u =07FB
1140: CD D3 14 F1 E3 22 8B 01 1F CD C3 14 20 07 E5 CD MS.qc"...MC. .eM =07D2
1150: 1F 28 D1 E1 C9 E5 2A A1 01 E5 23 23 5E 23 56 21 .(QaIe*!.e##^#V! =0696
1160: 47 03 7C 92 20 02 7D 93 30 18 2A 95 01 7C 92 20 G.|. .}.0.*..|.  =04C0
1170: 02 7D 93 D1 30 14 2A 99 01 7C 92 20 02 7D 93 30 .}.Q0.*..|. .}.0 =055B
1180: 09 3E D1 CD 2F 1C EB CD 72 1A CD 2F 1C E1 CD 22 .>QM/.kMr.M/.aM" =075C
1190: 28 E1 C9 CD 48 0F 3E 28 CD F5 08 CD C2 16 CD C2 (aIMH.>(Mu.MB.MB =085A
11A0: 14 E5 D5 D5 EB CD 72 1A CD 2F 1C E1 CD 22 28 D1 .eUUkMr.M/.aM"(Q =08C8
11B0: E1 3E 2C CD F5 08 D5 CD 0E 1E B7 CA 49 10 F5 1E a>,Mu.UM..7JI.u. =07D0
11C0: FF 7E FE 29 28 08 3E 2C CD F5 08 CD 0E 1E 3E 29 .~~)(.>,Mu.M..>) =0668
11D0: CD F5 08 3E E2 CD F5 08 F1 E3 3D BE 06 00 30 08 Mu.>bMu.qc=>..0. =07C1
11E0: 4F 7E 91 BB 47 38 01 43 C5 23 23 46 23 66 68 06 O~.;G8.CE##F#fh. =0524
11F0: 00 09 C1 E3 C5 CD CE 14 C1 D1 E5 2A A1 01 78 96 ..AcEMN.AQe*!.x. =0872
1200: F5 78 38 01 7E 23 23 4E 23 46 CD 05 1C F1 38 09 ux8.~##N#FM..q8. =0541
1210: 28 07 EB 36 20 23 3D 20 FA CD 0F 1C E1 C9 FE C1 (.k6 #= zM..aI~A =074B
1220: CA 58 33 CD 0E 1E 7E 47 FE 8E 28 06 3E 8A CD F5 JX3M..~G~.(.>.Mu =0757
1230: 08 2B 4B 0D 78 CA 22 0F CD 83 0F FE 2C C0 18 F3 .+K.xJ".M..~,@.s =0652
1240: CD D3 14 7E FE 8A 28 06 3E D4 CD F5 08 2B E5 CD MS.~~.(.>TMu.+eM =08A1
1250: C8 27 E1 28 09 CD 48 0F DA CF 10 C3 21 0F 16 01 H'a(.MH.ZO.C!... =05E8
1260: CD 13 11 B7 C8 CD 48 0F FE 9D 20 F4 15 20 F1 18 M..7HMH.~. t. q. =0781
1270: E4 CD 52 0B 18 03 CD 3E 0B CA 0B 13 FE CE CA 46 dMR...M>.J..~NJF =0703
1280: 2D FE D0 28 4E FE D3 28 49 E5 FE 2C 28 32 FE 3B -~P(N~S(Ie~,(2~; =0855
1290: 28 5F C1 CD D3 14 E5 3A 3F 01 B7 20 1A CD 02 2A (_AMS.e:?.7 .M.* =0645
12A0: CD 95 1A 2A A1 01 FD 7E 00 86 FD BE 01 D4 0B 13 M..*!.}~..}>.T.. =06F7
12B0: CD DC 1A CD F2 0C AF C4 DC 1A E1 CD 49 0F 18 B9 M\.Mr./D\.aMI..9 =08CE
12C0: FD 7E 00 FD BE 02 D4 0B 13 30 26 D6 0E 30 FC 2F }~.}>.T..0&V.0|/ =06BF
12D0: 18 18 37 F5 CD 0B 1E 3E 29 CD F5 08 2B F1 E5 3E ..7uM..>)Mu.+qe> =06C2
12E0: FF 38 04 FD 7E 00 2F 83 30 07 3C 47 CD F2 0C 10 .8.}~./.0.<GMr.. =05FD
12F0: FB E1 CD 48 0F C8 18 81 21 7B 08 C3 1A 02 21 29 {aMH.H..!{.C..!) =062E
1300: 02 77 23 CD A0 0C 36 00 21 28 02 3E 0D FD 77 00 .w#M .6.!(.>.}w. =0455
1310: CD 06 0D 3E 0A CD 06 0D FD 7E 03 3C 3D FD 77 00 M..>.M..}~.<=}w. =0573
1320: C8 F5 FD 7E 04 CD 06 0D F1 18 F1 CD 0B 13 3A 21 Hu}~.M..q.qM..:! =075C
1330: 02 B7 C8 E5 C5 2A 10 02 E5 CD EE 29 D1 CD B8 0A .7HeE*..eMn)QM8. =0890
1340: 3E 2A 38 02 3E 20 CD F4 0C C1 E1 C9 D1 11 0A 00 >*8.> Mt.AaIQ... =0624
1350: D5 DC 82 0F EB E3 EB FE 2C 20 06 CD 48 0F DC 82 U\..kck~, .MH.\. =08CD
1360: 0F B7 C2 11 09 ED 53 12 02 7A B3 CA 11 09 3E 01 .7B..mS..z3J..>. =0546
1370: 32 21 02 E1 C3 DE 09 CD 6C 0B 18 12 FE 85 20 08 2!.aC^.Ml...~. . =05F9
1380: CD 48 0F CD 6C 0B 18 05 3E 86 CD F5 08 F6 AF F5 MH.Ml...>.Mu.v/u =07AD
1390: 7E FE 22 3E 00 32 3D 01 20 0D CD 96 1A 3E 3B CD ~~">.2=. .M..>;M =053C
13A0: F5 08 E5 CD DC 1A E1 E3 E5 CD 44 1A CD 8C 0C CA u.eM\.aceMD.M..J =09A8
13B0: 8B 0F F1 28 2F E3 CD C2 16 CD C2 14 E3 D5 06 00 ..q(/cMB.MB.cU.. =07CB
13C0: CD 98 1A EB 21 CC 13 E3 D5 C3 55 11 E1 CD 49 0F M..k!L.cUCU.aMI. =0851
13D0: C8 3E 2C CD F5 08 E5 CD 87 0C CA 8C 0F 18 D6 E5 H>,Mu.eM..J...Ve =0879
13E0: 2A 9F 01 F6 AF 32 8A 01 E3 18 05 3E 2C CD F5 08 *..v/2..c..>,Mu. =0660
13F0: CD C2 16 E3 D5 7E FE 2C 28 0C 3A 8A 01 B7 20 54 MB.cU~~,(.:..7 T =0729
1400: CD 87 0C CA 8B 0F 3A 3F 01 B7 28 1A CD 48 0F 57 M..J..:?.7(.MH.W =05B2
```

```
1410: 47 FE 22 28 05 16 3A 06 2C 2B CD 99 1A EB 21 31 G~"(..:.,+M..k!1 =04FE
1420: 14 E3 D5 C3 55 11 CD 48 0F CD E7 28 E3 CD 1F 28 .cUCU.MH.Mg(cM.( =07EC
1430: E1 CD 49 0F 28 05 FE 2C C2 FB 08 E3 CD 49 0F 20 aMI.(.~,B{.cMI.  =074A
1440: AA D1 3A 8A 01 B7 EB C2 7D 0F B6 21 82 08 D5 C4 *Q:..7kB}.6!..UD =082A
1450: 5B 0D E1 C9 CD 13 11 B7 20 10 23 7E 23 B6 1E 04 [.aIM..7 .#~#6.. =0586
1460: 28 69 23 5E 23 56 ED 53 87 01 CD 48 0F FE 83 20 (i#^#VmS..MH.~.  =0618
1470: E3 C3 06 14 11 00 00 C4 C2 16 22 8B 01 CD 98 08 cC.....DB."..M.. =0588
1480: C2 1D 09 F9 D5 7E 23 F5 D5 CD F5 27 E3 E5 CD 8C B..yU~#uUMu'ceM. =0A2B
1490: 24 E1 CD 1F 28 E1 CD 0E 28 E5 CD 3F 28 E1 C1 90 $aM.(aM.(eM?(aA. =0848
14A0: CD 75 28 28 09 EB 22 8F 01 69 60 C3 CA 0E F9 2A Mu((.k"..i'CJ.y* =06BF
14B0: 8B 01 7E FE 2C C2 CE 0E CD 48 0F CD 77 14 CD D3 ..~~,BN.MH.Mw.MS =07EE
14C0: 14 F6 37 3A 3F 01 8F B7 E8 1E 0D C3 28 09 CD D3 .v7:?..7h..C(.MS =06A8
14D0: 14 18 EF 2B 16 00 D5 0E 01 CD D5 08 CD 4D 15 22 ..o+..U..MU.MM." =053B
14E0: 8D 01 2A 8D 01 C1 78 FE 78 D4 C1 14 7E 16 00 D6 ..*..Ax~xTA.~..V =0708
14F0: E1 38 15 FE 03 30 11 FE 01 17 AA BA 57 DA 11 09 a8.~.0.~..*:WZ.. =0635
1500: 22 85 01 CD 48 0F 18 E7 7A B7 C2 3A 16 7E 22 85 "..MH..gz7B:.~". =0633
1510: 01 D6 D7 D8 FE 0A D0 5F 3A 3F 01 3D B3 7B CA BE .VWX~.P_:?.=3{J> =082A
1520: 1B 07 83 5F 21 96 03 19 78 56 BA D0 23 CD C1 14 ..._!...xV:P#MA. =05F4
1530: C5 01 E2 14 C5 ED 4B A1 01 C5 ED 4B A3 01 C5 ED E.b.EmK!.EmK#.Em =08AE
1540: 4B A5 01 C5 4E 23 46 C5 2A 85 01 18 89 AF 32 3F K%.EN#FE*..../2? =05A3
1550: 01 CD 48 0F DA EC 28 CD 19 10 30 48 FE D7 28 ED .MH.Zl(M..0H~W(m =076B
1560: FE 2E CA EC 28 FE D8 28 2A FE 22 CA 96 1A FE D5 ~.Jl(~X(*~"J..~U =099F
1570: CA 9D 16 FE D2 CA 16 19 FE 26 CA 7A 29 FE CF CA J..~RJ..~&Jz)~OJ =096E
1580: 41 32 3C 28 30 3E 28 CD F5 08 CD D3 14 3E 29 CD A2<(0>(Mu.MS.>)M =061F
1590: F5 08 C9 16 7D CD D6 14 2A 8D 01 E5 CD DB 27 CD u.I.}MV.*..eM['M =0849
15A0: C1 14 E1 C9 CD C2 16 E5 EB 22 A1 01 3A 3F 01 B7 A.aIMB.ek"!.:?.7 =07E9
15B0: CC F5 27 E1 C9 23 7E 06 00 17 4F C5 CD 48 0F 79 Lu'aI#~...OEMH.y =0701
15C0: FE 3B 38 36 FE 46 28 35 FE 48 28 31 FE 42 28 27 ~;86~F(5~H(1~B(' =0676
15D0: FE 44 28 23 FE 4A 28 1F FE 4C 28 1B D2 49 10 3E ~D(#~J(.~L(.RI.> =0612
15E0: 28 CD F5 08 CD CE 14 3E 2C CD F5 08 EB 2A A1 01 (Mu.MN.>,Mu.k*!. =078C
15F0: E3 E5 EB CD 0E 1E EB E3 18 08 CD 85 15 E3 11 9F cekM..kc..M..c.. =0894
1600: 15 D5 01 48 03 09 4E 23 66 69 E9 37 D2 F6 AF F5 .U.H..N#fii7Rv/u =070B
1610: CD 21 10 F1 EB C1 DD E1 E3 EB CD FE 27 F5 CD 32 M!.qkA]ackM~'uM2 =0B0D
1620: 10 F1 C1 79 21 C7 18 38 0C 20 05 A3 4F 78 A2 E9 .qAy!G.8. .#Ox"i =0699
1630: B3 4F 78 B2 E9 AB 4F 78 AA E9 21 4C 16 3A 3F 01 3Ox2i+Ox*i!L.:?. =0717
1640: 1F 7A 17 5F 16 64 78 BA D0 C3 30 15 4E 16 79 B7 .z._.dx:PC0.N.y7 =0627
1650: 1F C1 DD E1 D1 F5 CD C3 14 21 93 16 E5 CA 3F 28 .A]aQuMC.!..eJ?( =08E8
1660: AF 32 3F 01 D5 CD 0F 1C D1 4E 23 46 23 C5 4E 23 /2?.UM..QN#F#EN# =05CF
1670: 46 C5 CD 13 1C CD 75 28 E1 E3 55 E1 7B B2 C8 7A FEM..Mu(acUa{2Hz =08DA
1680: D6 01 D8 AF BB 3C D0 15 1D 0A BE 23 03 28 ED 3F V.X/;<P...>#.(m? =0699
1690: C3 D3 27 3C 8F C1 A0 C6 FF 9F C3 AF 27 16 5A CD CS'<.A F..C/'.ZM =0923
16A0: D6 14 CD C1 14 CD 32 10 7B 2F 4F 7A 2F CD C7 18 V.MA.M2.{/Oz/MG. =06E9
16B0: C1 C3 E2 14 CD 49 0F C8 3E 2C CD F5 08 01 B4 16 ACb.MI.H>,Mu..4. =0766
16C0: C5 F6 AF 32 3E 01 46 CD 19 10 DA 11 09 AF 32 3F Ev/2>.FM..Z../2? =062B
16D0: 01 4F DD 21 00 00 CD 48 0F 38 05 CD 19 10 38 23 .O]!..MH.8.M..8# =0400
16E0: 4F CD 48 0F 38 05 CD 19 10 38 18 DD 6F CD 48 0F OMH.8.M..8.]oMH. =0566
16F0: 38 05 CD 19 10 38 0C DD 67 CD 48 0F 38 FB CD 19 8.M..8.]gMH.8{M. =05F8
1700: 10 30 F6 D6 24 20 09 3C 32 3F 01 CB F9 CD 48 0F .0vV$ .<2?.KyMH. =05EF
1710: 3A 89 01 3D CA CE 17 86 D6 27 CA A2 17 AF 32 89 :..=JN..V'J"./2. =0720
1720: 01 E5 ED 5B 9B 01 2A 99 01 18 09 23 23 23 23 23 .em[..*....##### =045E
1730: 23 23 23 23 7C 92 20 02 7D 93 28 18 79 96 23 20 ####|. .}.(.y.#  =045E
1740: EA 78 96 23 20 E6 DD 7D 96 23 20 E1 DD 7C 96 23 jx.# f]}.# a]|.# =0847
1750: 20 DC 18 40 E1 E3 D5 11 A7 15 7C 92 20 02 7D 93  \.@acU.'.|. .}. =06FA
1760: D1 28 34 E3 E5 C5 01 0A 00 2A 9D 01 E5 09 C1 E5 Q(4ceE...*..e.Ae =0721
1770: CD BB 08 E1 22 9D 01 60 69 22 9B 01 2B 36 00 7C M;.a"..'i"..+6.| =0595
1780: 92 20 02 7D 93 20 F5 D1 73 23 72 23 DD 7D 77 23 . .}. uQs#r#]}w# =06C9
1790: DD 7C 77 23 EB E1 C9 32 A6 01 21 79 06 22 A1 01 ]|w#kaI2&.!y."!. =06C5
17A0: E1 C9 E5 2A 3E 01 E3 57 D5 C5 DD E5 CD 26 10 DD aIe*>.cWUE]eM&.] =096E
17B0: E1 C1 F1 EB E3 E5 EB 3C 57 7E FE 2C 28 EA 3E 29 aAqkcek<W~~,(j>) =09E5
17C0: CD F5 08 22 8D 01 E1 22 3E 01 1E 00 D5 11 E5 F5 Mu."..a">...U.eu =069A
17D0: 2A 9B 01 3E 19 ED 5B 9D 01 7C 92 20 02 7D 93 28 *..>.m[..|. .}.( =056B
```

```
17E0: 31 7E B9 23 20 10 7E B8 23 20 0C 7E DD BD 23 20 1~9# .~8# .~]=#  =059B
17F0: 07 7E DD BC 18 02 23 23 23 5E 23 56 23 20 D5 3A .~]<..###^#V# U: =04CA
1800: 3E 01 B7 C2 17 09 F1 CA 08 24 96 28 69 1E 09 C3 >.7B..qJ.$.(i..C =05D0
1810: 28 09 11 06 00 F1 CA 22 24 71 23 70 23 4F DD 7D (....qJ"$q#p#O]} =0519
1820: 77 23 DD 7C 77 23 CD D5 08 23 23 22 85 01 71 23 w#]|w#MU.##"..q# =05B9
1830: 3A 3E 01 17 79 01 0B 00 30 02 C1 03 71 23 70 23 :>..y...0.A.q#p# =0332
1840: F5 E5 CD CF 28 EB E1 F1 3D 20 EA F5 42 4B EB 19 ueMO(kaq= juBKk. =0A28
1850: 38 BB CD E2 08 22 9D 01 2B 36 00 7C 92 20 02 7D 8;Mb."..+6.|. .} =0578
1860: 93 20 F5 03 57 2A 85 01 5E EB 29 09 EB 2B 2B 73 . u.W*..^k).k++s =05E1
1870: 23 72 23 F1 38 26 47 4F 7E 23 16 E1 5E 23 56 23 #r#q8&GO~#.a^#V# =052F
1880: E3 F5 7C 92 20 02 7D 93 30 83 E5 CD CF 28 D1 19 cu|. .}.0.eMO(Q. =085E
1890: F1 3D 44 4D 20 E5 29 09 29 C1 09 EB 2A 8D 01 C9 q=DM e).)A.k*..I =0655
18A0: 2A 9D 01 EB 21 00 00 39 3A 3F 01 B7 28 0D CD 0F *..k!..9:?.7(.M. =044F
18B0: 1C CD 1B 1B 2A 95 01 EB 2A 83 01 AF 32 3F 01 ED .M..*..k*../2?.m =0586
18C0: 52 EB AF 06 98 18 0A 41 50 1E 00 21 3F 01 73 06 Rk/....AP..!?.s. =0435
18D0: 90 C3 B4 27 3A DF 01 18 03 3A D9 01 47 AF 18 E8 .C4':_...:Y.G/.h =066D
18E0: CD 52 1A CD 44 1A EB 73 23 72 EB 2B CD 48 0F 28 MR.MD.ks#rk+MH.( =06B9
18F0: 07 FE E2 20 F7 C3 13 11 B7 20 0F 23 7E 23 B6 CA .~b wC..7 .#~#6J =070F
1900: 11 09 23 5E 23 56 ED 53 8F 01 CD 48 0F 28 E9 FE ..#^#VmS..MH.(i~ =0617
1910: 8B 28 E2 C3 0A 19 CD 52 1A 3A 3F 01 B7 F5 22 8D .(bC..MR.:?.7u". =0689
1920: 01 EB 7E 23 66 6F B4 CA 1A 09 7E FE 28 20 71 CD .k~#fo4J..~~( qM =0705
1930: 48 0F 22 85 01 18 05 3E 2C CD F5 08 0E 05 CD D5 H."....>,Mu...MU =0505
1940: 08 3E 29 32 89 01 CD C2 16 EB 3A 3F 01 B7 37 20 .>)2..MB.k:?.77  =0543
1950: 10 4E 23 46 C5 23 4E 23 46 C5 23 4E 23 46 C5 18 .N#FE#N#FE#N#FE. =04E2
1960: 08 F5 D5 EB CD B8 1A D1 F1 E5 F5 EB 7E FE 29 20 .uUkM8.Qqeuk~~)  =0AA8
1970: C6 2A 8D 01 3E 28 CD F5 08 E5 2A 85 01 CD C2 16 F*..>(Mu.e*..MB. =06E8
1980: E3 CD 3B 11 7E FE 29 28 0D 3E 2C CD F5 08 E3 3E cM;.~~)(.>,Mu.c> =072B
1990: 2C CD F5 08 18 E7 CD 48 0F E3 3E 29 CD F5 08 3E ,Mu..gMH.c>)Mu.> =076B
19A0: D5 CD 49 0F 28 10 3E E2 CD F5 08 CD D3 14 CD 49 UMI.(.>bMu.MS.MI =07E6
19B0: 0F C2 11 09 18 38 0E 02 CD D5 08 ED 5B 8F 01 D5 .B...8..MU.m[..U =05A2
19C0: 16 D2 D5 33 C3 CE 0E 20 0C CD 17 25 32 7F 01 2F .RU3CN. .M.%2../ =05A5
19D0: 32 3F 01 18 09 CD D3 14 CD 49 0F C2 11 09 CD 96 2?...MS.MI.B..M. =05AB
19E0: 08 F9 FE D2 1E 17 C2 28 09 D1 ED 53 8F 01 3A 3F .y~R..B(.QmS..:? =0713
19F0: 01 3C 28 03 3D 20 2E D1 F1 30 13 20 37 E1 C1 70 .<(.= .Qq0. 7aAp =0561
1A00: 2B 71 2B C1 70 2B 71 2B C1 70 2B 71 18 EA F5 D5 +q+Ap+q+Ap+q.juU =0758
1A10: 21 3F 01 CB 7E 28 01 77 B7 11 7F 01 C4 B8 1A E1 !?.K~(.w7...D8.a =0609
1A20: F1 1F C3 C3 14 ED 5B A1 01 CD 2F 1C 21 7F 01 CD q.CC.m[!.M/.!..M =071A
1A30: 22 28 18 C3 CD 2F 1C 7E 22 41 01 E1 77 23 23 71 "(.CM/.~"A.aw##q =052E
1A40: 23 70 18 B4 E5 2A 8F 01 23 7C B5 E1 C0 1E 0C C3 #p.4e*..#|5a@..C =06E0
1A50: 28 09 3E D2 CD F5 08 F6 80 47 3E 29 32 89 01 C3 (.>RMu.v.G>)2..C =06AE
1A60: C7 16 CD C1 14 CD 02 2A CD 95 1A CD 0F 1C 01 B5 G.MA.M.*M..M...5 =06A2
1A70: 1C C5 7E 23 23 E5 CD F1 1A E1 4E 23 46 CD 89 1A .E~##eMq.aN#FM.. =076A
1A80: E5 CD 05 1C D1 C9 CD F1 1A 21 7F 01 E5 77 23 23 eM..QIMq.!..ew## =0788
1A90: 73 23 72 E1 C9 2B 06 22 50 E5 0E FF 23 7E 0C B7 s#raI+."Pe..#~.7 =06AB
1AA0: 28 06 BA 28 03 B8 20 F4 FE 22 CC 48 0F E3 23 EB (.:(.8 t~"LH.c#k =0713
1AB0: 79 CD 89 1A 11 7F 01 3E D5 2A 41 01 22 A1 01 3E yM.....>U*A."!.> =04FB
1AC0: 01 32 3F 01 CD 22 28 7C 92 20 02 7D 93 22 41 01 .2?.M"(|. .}."A. =042E
1AD0: E1 7E C0 1E 10 C3 28 09 23 CD 95 1A CD 0F 1C CD a~@..C(.#M..M..M =06A5
1AE0: 75 28 1C 1D C8 0A CD F4 0C FE 0D CC 18 13 03 18 u(..H.Mt.~.L.... =0592
1AF0: F2 B7 0E F1 F5 2A 95 01 EB 2A 83 01 4F AF 47 ED r7.qu*..k*..O/Gm =0828
1B00: 42 7C 92 20 02 7D 93 38 07 22 83 01 23 EB F1 C9 B|. .}.8."..#kqI =062F
1B10: F1 1E 0E 28 C0 BF F5 01 F3 1A C5 2A 3B 01 22 83 q..(@?u.s.E*;.". =0697
1B20: 01 AF 08 ED 5B 95 01 D9 21 43 01 ED 5B 41 01 7C ./.m[..Y!C.m[A.| =05DA
1B30: 92 20 02 7D 93 01 2B 1B 20 43 2A 99 01 ED 5B 9B . .}..+. C*..m[. =0515
1B40: 01 7C 92 20 02 7D 93 28 0C CB 7E 23 23 23 23 CD .|. .}.(.K~####M =0517
1B50: 7E 1B 18 E9 C1 EB 2A 9D 01 ED 52 EB 28 46 CB 7E ~..iAk*..mRk(FK~ =07EF
1B60: 23 23 CD 75 28 E5 09 28 EB E3 4E 06 00 09 09 23 ##Mu(e.(kcN....# =051D
1B70: D1 7C 92 20 02 7D 93 28 DC D5 01 70 1B C5 7E 23 Q|. .}.(\U.p.E~# =06DC
1B80: 23 5E 23 56 23 23 23 C8 B7 C8 D5 D9 C1 2A 83 01 #^#V###H7HUYA*.. =06C7
1B90: ED 42 D9 D8 D9 62 6B ED 42 D9 D0 D9 50 59 D9 08 mBYXYbkmBYPYPYY. =09C1
1BA0: E5 DD E1 C9 08 D0 D9 2A 83 01 EB 4F 06 00 09 2B e]aI.PY*..kO...+ =073F
```

```
1BB0: ED B8 62 6B 13 DD 72 FD DD 73 FC C3 1E 1B C5 E5 m8bk.Jr}Js!C..Ee =09C3
1BC0: 2A A1 01 E3 CD 4D 15 E3 CD C2 14 7E E5 2A A1 01 *!.cMM.cMB.~e*!. =0793
1BD0: E5 86 1E 0F DA 28 09 CD 86 1A D1 CD 13 1C E3 CD e...Z(.M..QM..cM =078D
1BE0: 12 1C E5 2A 81 01 EB CD F5 1B CD F5 1B 21 E5 14 ..e*..kMu.Mu.!e. =077E
1BF0: E3 E5 C3 B4 1A E1 E3 4E 23 46 23 7E 23 66 6F 78 ceC4.acN#F#~#fox =07E5
1C00: B1 C8 ED B0 C9 60 69 4F 06 00 18 F3 CD C2 14 2A 1HmOI'iO...sMB.* =07D5
1C10: A1 01 EB CD 2F 1C EB C0 D5 50 59 1B 4E 2A 83 01 !.kM/.k@UPY.N*.. =06E5
1C20: 7C 92 20 02 7D 93 20 05 47 09 22 83 01 E1 C9 2A !. .}. .G."..aI* =052F
1C30: 41 01 2B 2B 2B 46 2B 4E 2B 2B 7C 92 20 02 7D 93 A.+++F+N++!. .}. =0418
1C40: C0 22 41 01 C9 01 DC 18 C5 CD 0C 1C AF 57 32 3F @"A.I.\.EM../W2? =0613
1C50: 01 7E B7 C9 01 DC 18 C5 CD 49 1C CA F8 1C 23 23 .~7I.\.EMI.Jx.## =070F
1C60: 5E 23 56 1A C9 E1 3E 28 CD F5 08 CD 0E 1E D5 3E ^#V.Ia>(Mu.M..U> =06D7
1C70: 2C CD F5 08 CD D3 14 3E 29 CD F5 08 E3 E5 E5 3A ,Mu.MS.>)Mu.cee: =08C2
1C80: 3F 01 B7 28 05 CD 58 1C 18 03 CD 11 1E D1 18 05 ?.7(.MX...M..Q.. =046A
1C90: CD 11 1E 3E 20 F5 7B CD 86 1A 47 F1 04 05 28 15 M..> u{M..Gq..(. =05B5
1CA0: 2A 81 01 77 23 10 FC 18 0C 3E 01 CD 86 1A CD 11 *..w#.!..>.M..M. =0500
1CB0: 1E 2A 81 01 73 C1 C3 B4 1A CD F2 1D AF E3 4F 3E .*..sAC4.Mr./cO> =078A
1CC0: E5 E5 7E B8 38 02 78 11 0E 00 C5 CD F1 1A C1 E1 ee~88.x...EMq.Aa =0810
1CD0: E5 23 23 46 23 66 68 06 00 09 44 4D CD 89 1A CD e##F#fh...DMM..M =053F
1CE0: 05 1C D1 CD 13 1C C3 B4 1A CD F2 1D D1 D5 1A 90 ..QM..C4.Mr.QU.. =07AB
1CF0: 18 CB EB 7E D1 43 04 05 CA 49 10 C5 1E FF FE 29 .Kk~QC..JI.E..~) =0795
1D00: 28 08 3E 2C CD F5 08 CD 0E 1E 3E 29 CD F5 08 F1 (.>,Mu.M..>)Mu.q =067F
1D10: E3 3D BE 06 00 30 AA 4F 7E 91 BB 47 38 A3 43 18 c=>..0*O~.;G8#C. =0654
1D20: A0 E1 3E 28 CD F5 08 CD CE 14 ED 5B A1 01 D5 3E  a>(Mu.MN.m[!.U> =085D
1D30: 2C CD F5 08 CD CE 14 ED 5B A1 01 D5 01 FF 00 7E ,Mu.MN.m[!.U...~ =07E2
1D40: FE 2C 20 15 C5 CD 0B 1E C1 1D 43 1C 28 AA 7E FE ~, .EM..A.C.(*~~ =06A5
1D50: 2C 20 06 C5 CD 0B 1E C1 4B 3E 29 CD F5 08 E3 C5 , .EM..AK>)Mu.cE =06F2
1D60: CD 12 1C C1 EB E1 E3 D5 C5 CD 12 1C C1 D1 78 96 M..AkacUEM..AQx. =09A0
1D70: D2 C4 1D ED 44 B9 30 01 4F 23 23 7E 23 66 6F E5 RD.mD90.O##~#foe =06BE
1D80: C5 48 06 00 09 C1 EB 79 96 38 38 3C 4F 46 23 23 EH...Aky.88<OF## =055E
1D90: 7E 23 66 6F EB 78 B7 28 1D C5 06 00 1A ED B1 79 ~#fokx7(.E...m1y =06D1
1DA0: C1 20 20 4F C5 D5 E5 18 06 13 1A BE 20 03 23 10 A  OEUe....> .#. =052E
1DB0: F8 E1 D1 C1 20 09 D1 ED 52 7D CD DC 18 E1 C9 79 xaQA .QmR}M\.aIy =0A05
1DC0: B7 20 D6 D1 AF 18 F3 CD 11 1E 4F ED 78 C3 DC 18 7 VQ/.sM..OmxC\. =089F
1DD0: CD FD 1D ED 79 C9 CD FD 1D 47 C5 1E 00 CD 49 0F M}.myIM}.GE..MI. =084C
1DE0: 28 08 3E 2C CD F5 08 CD 0E 1E C1 ED 78 AB A0 28 (.>,Mu.M..Amx+ ( =06F6
1DF0: FA C9 EB 3E 29 CD F5 08 C1 D1 C5 43 C9 CD 0E 1E zIk>)Mu.AQECIM.. =093B
1E00: D5 3E 2C CD F5 08 CD 0E 1E C1 C9 CD 48 0F CD BE U>,Mu.M..AIMH.M> =083B
1E10: 14 CD 2C 10 7A B7 C2 49 10 CD 49 0F 7B C9 CD 49 .M,.z7BI.MI.{IMI =06E8
1E20: 1C CA 17 25 5F 23 23 7E 23 66 6F E5 19 46 72 E3 .J.%_##~#foe.Frc =05D6
1E30: C5 7E CD E7 28 C1 E1 70 C9 38 09 CD 15 01 EE 03 E~Mg(AapI8.M..n. =080F
1E40: 4F C3 18 01 CD 0E 1E FE 04 D2 11 09 47 CD 15 01 OC..M..~.R..GM.. =053C
1E50: E6 FC B0 18 EB CD 3E 0B CD 0E 1E FE 0E DA 49 10 f!0.kM>.M..~.ZI. =07E3
1E60: FD 77 01 4F D6 0E 30 FC C6 1C ED 44 81 FD 77 02 }w.OV.0!F.mD.}w. =07DE
1E70: 7E FE 2C 3E 00 20 05 CD 48 0F 3E 01 FD 77 05 C9 ~~,>. .MH.>.}w.I =05B0
1E80: 08 EB 2A 8F 01 7C A5 3C C2 49 10 2A 97 01 7E 23 .k*..!%<BI.*..~# =0588
1E90: B6 EB CA 15 11 11 0A 00 D5 08 DC 82 0F ED 53 17 6kJ.....U.\..mS. =064D
1EA0: 02 D1 FE 2C 20 06 CD 48 0F DC 82 0F ED 53 15 02 .Q~, .MH.\..mS.. =060B
1EB0: E5 2A 97 01 23 23 5E 23 56 E1 FE 2C 20 0E CD 48 e*..##^#Va~, .MH =0612
1EC0: 0F DC 82 0F 2A 17 02 ED 52 DA 11 09 ED 53 22 02 .\..*..mRZ..mS". =0556
1ED0: B7 C2 11 09 CD B8 0A D2 EB 10 60 69 D9 11 01 00 7B..M8.Rk.'iY... =06A3
1EE0: 21 00 00 D9 11 FF FF CD BB 0A D9 2B EB ED 4B 15 !..Y...M;.Y+kmK. =07D7
1EF0: 02 78 B1 CA 11 09 CD CF 28 ED 5B 17 02 19 DA 0D .x1J..MO(m[...Z. =0634
1F00: 18 2A 97 01 23 23 4E 23 46 EB 2A 22 02 ED 42 38 .*..##N#Fk*".mB8 =0477
1F10: 06 28 0E 60 69 18 0D ED 4B 15 02 2A 10 02 09 18 .(.'i..mK..*.... =02D6
1F20: 03 2A 17 02 22 10 02 EB CD 48 0F B7 CA 52 20 FE .*.."..kMH.7JR ~ =057A
1F30: 8A 28 31 FE 8E 28 2D FE D4 28 29 FE 9D 28 25 FE .(1~.(-~T()~.(%~ =07CD
1F40: CE 28 21 FE 8D 28 1D FE C2 28 19 3C 20 DA 23 7E N(!~.(.~B(.< Z#~ =06BF
1F50: FE A4 20 D4 FE 2C 28 D0 FE 3B 28 CC CD 48 0F 28 ~$ T~,(P~;(LMH.( =0831
1F60: G7 30 F1 2B CD 48 0F 30 C2 22 12 02 2B 11 00 00 G0q+MH.0B"..+... =049B
1F70: 0E 00 CD 48 0F 30 2B E5 B7 21 98 19 ED 52 30 11 ..MH.0+e7!..mRO. =057B
```

```
1F80: 21 F6 06 CD 5B 0D CD 84 20 E1 CD 48 0F 38 FB 18 !v.M[.M. aMH.8(. =0713
1F90: 9A 62 6B 29 29 19 29 D6 30 5F 16 00 19 EB E1 0C .bk)).)V0_...ka. =0567
1FA0: 18 D0 79 32 14 02 E5 2A 22 02 EB E5 ED 52 38 2A .Py2..e*".kemR8* =064D
1FB0: CD B8 0A 60 69 D1 D9 2A 17 02 ED 5B 15 02 D9 CD M8.'iQY*..m[..YM =074A
1FC0: BB 0A 38 13 21 E2 06 D5 CD 5B 0D E1 CD EE 29 CD ;.8.!b.UM[.aMn)M =07B5
1FD0: 84 20 E1 7E C3 2B 1F D9 E5 D9 D1 E1 AF 06 98 CD . a~C+.YeYQa/..M =0973
1FE0: B4 27 CD 02 2A 06 00 23 E5 7E B7 28 04 04 23 18 4'M.*..#e~7(..#. =0482
1FF0: F8 3A 14 02 90 28 3C 38 1C 4F 06 00 2A 12 02 54 x:...(<8.O..*..T =0377
2000: 5D 09 E5 2A 99 01 ED 52 ED 42 44 4D E1 ED B0 ED ].e*..mRmBDMamOm =0879
2010: 53 99 01 18 1E ED 44 4F 06 00 2A 99 01 54 5D 09 S....mDO..*..T]. =0427
2020: CD E2 08 22 99 01 EB E5 ED 4B 12 02 ED 42 44 4D Mb."..kemK..mBDM =074F
2030: E1 ED B8 D1 2A 12 02 1A B7 28 05 77 23 13 18 F7 am8Q*...7(.w#..w =064F
2040: E5 2A 97 01 EB CD 85 0A E1 7E FE 2C CA 64 1F C3 e*..kM..a~~,Jd.C =0887
2050: 2B 1F 23 B6 23 B6 2B C2 04 1F ED 5B 22 02 CD B8 +.#6#6+B..m[".M8 =05FD
2060: 0A 60 69 ED 4B 15 02 ED 5B 17 02 23 23 73 23 72 .'imK..m[..##s#r =04D1
2070: 23 7E B7 20 FB EB 09 EB 23 B6 23 B6 20 EE CD EF #~7 {k.k#6#6 nMo =08CE
2080: 0A C3 B8 09 2A 10 02 CD E6 29 C3 0B 13 CD 99 0A .C8.*..Mf)C..M.. =05F7
2090: D1 C5 CD B8 0A D2 49 10 54 5D E3 E5 7C 92 20 02 QEM8.RI.T]ce|. . =07F9
20A0: 7D 93 D2 49 10 CD F8 12 C1 21 7C 0A E3 EB 2A 99 }.RI.Mx.A!|.ck*. =080B
20B0: 01 1A 02 03 13 7C 92 20 02 7D 93 20 F4 ED 43 99 .....|. .}. tmC. =0550
20C0: 01 C9 3E 7F 01 3E BF F5 CD D3 14 CD 49 0F 20 14 .I>..>?uMS.MI. . =0687
20D0: CD C8 27 3D 2F 47 F1 4F 2F A0 47 3A 19 02 A1 B0 MH'=/GqO/ G:..!0 =066B
20E0: 32 19 02 C9 F1 C3 11 09 CD 82 0F C0 E1 CD B8 0A 2..IqC..M..@aM8. =0772
20F0: D2 49 10 60 69 23 23 4E 23 46 23 C5 CD F1 0D E1 RI.'i##N#F#EMq.a =0685
2100: E5 CD EE 29 CD F2 0C CD E1 0D CD 0B 13 E1 E5 CD eMn)Mr.Ma.M..aeM =09CD
2110: EE 29 CD F2 0C 21 29 02 E5 1E FF 1C 7E E6 7F 77 n)Mr.!).e...~f.w =07A6
2120: 23 20 F8 E1 57 06 00 CD 67 0D FE 3A 30 10 FE 30 # xaW..Mg.~:0.~0 =0660
2130: 38 0C D6 30 4F 78 07 07 80 07 81 47 18 E9 E5 21 8.VOOx.....G.ie! =0575
2140: 25 21 E3 05 04 20 01 04 D9 21 69 21 BE 23 4E 23 %!c.. ..Y!i!>#N# =042D
2150: 46 23 C5 D9 C8 D9 C1 34 35 20 F1 FE 60 38 04 E6 F#EYHYA45 q~'8.f =0863
2160: 5F 18 E6 D9 3E 07 C3 06 0D 20 9C 21 51 CC 0F 4C _.fY>.C.. .!QL.L =05A6
2170: D4 21 46 AD 21 49 0E 22 44 DE 21 0D 5B 22 52 F7 T!F-!I."D^!.["Rw =0598
2180: 21 45 5E 22 58 09 22 4B A7 21 48 06 22 08 50 22 !E^"X."K'!H.".P" =0366
2190: 41 94 21 00 C1 D1 CD 0B 13 C3 ED 20 7E B7 C8 14 A.!.AQM..Cm ~7H. =0754
21A0: CD F4 0C 23 10 F6 C9 E5 21 F2 21 E3 37 F5 CD 67 Mt.#.vIe!r!c7uMg =091B
21B0: 0D 4F F1 35 34 C8 F5 DC F2 21 7E CD F4 0C F1 F5 .Oq54Hu\r!~Mt.qu =0993
21C0: 30 05 CD 6B 22 18 02 23 14 7E B7 28 05 B9 20 EB 0.Mk"..#.~7(.9 k =0506
21D0: 10 E9 F1 C9 CD E4 0D CD 0B 13 C1 C3 0D 21 7E B7 .iqIMd.M..AC.!~7 =0843
21E0: C8 3E 5C CD 06 0D 7E B7 28 08 CD F4 0C CD 6B 22 H>\M..~7(.Mt.Mk" =06CE
21F0: 10 F4 3E 5C C3 06 0D 7E B7 C8 CD 67 0D CD F4 0C .t>\C..~7HMg.Mt. =077F
2200: 77 23 14 10 F2 C9 36 00 5A 06 FF CD 9C 21 CD 67 w#..rI6.Z..M.!Mg =06CC
2210: 0D FE 0D 28 46 FE 1B C8 FE 08 20 0E 15 14 28 11 .~.(F~.H~. ...(. =04FD
2220: 2B 15 CD FE 0C CD 6B 22 18 E4 F5 7B FE FF 38 08 +.M~.Mk".du{~.8. =081A
2230: F1 3E 07 CD 06 0D 18 D6 92 1C 14 D5 EB 6F 26 00 q>.M...V...Uko&. =061B
2240: 19 44 4D 03 CD C1 08 D1 F1 CD F4 0C 77 23 18 BE .DM.MA.QqMt.w#.> =0742
2250: 7A B7 C8 15 2B CD 04 0D 10 F6 C9 CD E4 0D CD 0B z7H.+M...vIMd.M. =077C
2260: 13 C1 D1 37 F5 21 29 02 C3 1F 0A E5 1D 7E B7 28 .AQ7u!).C..e.~7( =0668
2270: 07 23 7E 2B 77 23 18 F5 E1 C9 C0 EB 21 C2 01 ED .#~+w#.uaI@k!B.m =07A0
2280: 5F 77 23 77 23 77 23 77 23 E6 7F 77 23 36 80 EB _w#w#w#w#f.w#6.k =0667
2290: C9 CD 3E 0B C0 E5 2A 99 01 CD 0B 13 CD 90 0F ED IM>.@e*..M..M..m =078C
22A0: 5B 9B 01 7C 92 20 02 7D 93 28 48 4E 23 7E 23 CB [..|. .}.(HN#~#K =0584
22B0: 7F 20 42 CD 06 0D 79 E6 7F C4 06 0D 7E E6 7F C4 . BM..yf.D..~f.D =071D
22C0: 06 0D 23 7E B7 C4 06 0D 23 3E 24 CB 79 C4 06 0D ..#~7D..#>$KyD.. =04E2
22D0: 3E 3D CD 06 0D 79 17 9F 22 A1 01 E5 20 09 CD F5 >=M..y.."!.e .Mu =061E
22E0: 27 CD 02 2A CD 95 1A CD DC 1A E1 23 23 23 23 23 'M.*M..M\.a##### =05EF
22F0: 23 18 A6 E1 C9 23 23 18 F2 C8 D2 49 10 CD 82 0F #.&aI##.rHRI.M.. =072C
2300: ED 53 10 02 11 0A 00 FE 2C 20 06 CD 48 0F DC 82 mS.....~, .MH.\. =053F
2310: 0F ED 53 12 02 3E E2 CD F5 08 CD 99 0A D1 C5 60 .mS..>bMu.M..QE' =07B3
2320: 69 D9 11 01 00 21 00 00 D9 CD BB 0A D2 49 10 E5 iY...!..YM;.RI.e =05F0
2330: D9 EB ED 4B 12 02 78 B1 CA 11 09 CD CF 28 ED 5B YkmK..x1J..MO(m[ =0829
2340: 10 02 19 DA 0D 18 E5 ED 5B 10 02 CD B8 0A DA 49 ...Z..em[..M8.ZI =061B
```

```
2350: 10 D1 C5 60 69 7E 23 B6 28 0A 23 7E 23 66 6F ED .QE'i~#6(.#~#fom =067E
2360: 52 DA 0D 18 C1 E1 D1 E5 ED 52 E3 2B ED 42 EB 38 RZ..AaQemRc+mBk8 =0948
2370: 0A ED 42 DA 49 10 09 EB E1 E5 19 E3 E5 50 59 ED .mBZI..kae.cePYm =089D
2380: 4B 99 01 09 E5 CD BB 08 E1 22 99 01 60 69 C1 E3 K...eM;.a"..'iAc =076D
2390: D5 ED B0 E1 ED 4B 10 02 23 23 71 23 70 23 7E B7 UmOamK..##q#p#~7 =073F
23A0: 20 FB 23 D1 7C 92 20 02 7D 93 28 0B D5 EB 2A 12  {#Q|. .}.(.Uk*. =067E
23B0: 02 09 44 4D EB 18 E1 CD F8 12 C3 7C 0A CD C2 16 ..DMk.aMx.C|.MB. =0745
23C0: D5 E5 21 A8 01 CD 22 28 2A 9B 01 E3 3A 3F 01 F5 Ue!(.M"(*..c:?.u =06B3
23D0: 3E 2C CD F5 08 CD C2 16 C1 3A 3F 01 A8 1F DA C9 >,Mu.MB.A:?.(.ZI =077E
23E0: 14 E3 EB E5 2A 9B 01 7C 92 20 02 7D 93 C2 49 10 .cke*..|. .}.BI. =06E8
23F0: D1 E1 E3 D5 CD 22 28 E1 11 A8 01 CD 22 28 E1 C9 QacUM"(a.(.M"(aI =08DD
2400: 3E 01 32 89 01 C3 C2 16 E5 19 EB 2A 9D 01 B7 ED >.2..CB.e.k*..7m =06EB
2410: 52 E3 C1 EB 1B 1B 1B 1B 1B 1B 28 02 ED B0 ED 53 RcAk......(.mOmS =068A
2420: 9D 01 32 89 01 E1 7E FE 2C C0 CD 48 0F 18 D1 C8 ..2..a~~,@MH..QH =0778
2430: ED 73 10 02 E5 11 60 24 D5 CD 29 10 0E 00 D5 CD ms..e.'$UM)...UM =0677
2440: 49 0F 28 10 3E 2C CD F5 08 0C C5 CD 29 10 C1 EB I.(.>,Mu..EM).Ak =0647
2450: E3 EB 18 EA D5 EB 2A 10 02 2B 72 2B 73 2B 2B C9 ck.jUk*..+r+s++I =0726
2460: E1 C9 3E 00 C4 0E 1E C0 FE 0B 28 F6 D2 49 10 32 aI>.D..@~.(vRI.2 =071C
2470: 25 02 C9 CD 2C 10 1A C3 DC 18 CD 29 10 D5 3E 2C %.IM,..C\.M).U>, =060F
2480: CD F5 08 CD 0E 1E D1 12 C9 21 2E 2F CD 0E 28 18 Mu.M..Q.I!./M.(. =0608
2490: 0C CD 0E 28 18 04 C1 DD E1 D1 CD DB 27 78 B7 C8 .M.(..A]aQM['x7H =0841
24A0: 3A A6 01 B7 CA FE 27 90 30 11 ED 44 D9 DD E5 CD :&.7J~'.0.mDY]eM =08F1
24B0: 0B 28 D9 DD E3 CD FE 27 D9 DD E1 FE 29 D0 F5 CD .(Y]cM~'Y]a~)PuM =0B0E
24C0: 2A 28 67 F1 CD 98 25 B4 21 A1 01 F2 DF 24 CD 63 *(gqM.%4!!.r_$Mc =07D0
24D0: 25 30 69 23 34 CA 5E 25 2E 01 CD B5 25 18 5D AF %0i#4J^%..M5%.]/ =055C
24E0: 90 47 7E 9B 5F 23 7E 9A 57 23 7E DD 9D DD 6F 23 .G~._#~.W#~].]o# =076B
24F0: 7E DD 9C DD 67 23 7E 99 4F DC 7B 25 68 63 AF 47 ~].]g#~.O\{%hc/G =0801
2500: 79 B7 20 27 DD 4C DD 7D DD 67 DD 6A AF 54 65 6F y7 ']L]}]g]j/Teo =085C
2510: 78 D6 08 FE D0 20 E8 AF 32 A6 01 C9 05 29 CB 12 xV.~P h/2&.I.)K. =0788
2520: 08 DD 29 08 30 02 DD 23 08 CB 11 F2 1C 25 78 5C .]).0.]#.K.r.%x\ =0533
2530: 45 B7 28 08 21 A6 01 86 77 30 DC C8 78 21 A6 01 E7(.!&..w0\Hx!&. =0605
2540: B7 FC 4E 25 46 23 7E E6 80 A9 4F C3 FE 27 1C C0 7|N%F#~f.)OC~'.@ =082F
2550: 14 C0 DD 2C C0 DD 24 C0 0C C0 0E 80 34 C0 1E 06 .@],@]$@.@..4@.. =06D0
2560: C3 28 09 7E 83 5F 23 7E 8A 57 23 7E DD 8D DD 6F C(.~._#~.W#~].]o =072D
2570: 23 7E DD 8C DD 67 23 7E 89 4F C9 21 A7 01 7E 2F #~].]g#~.OI!'.~/ =0706
2580: 77 AF 6F 67 90 47 7D ED 52 EB 6F DD 9D DD 6F 7D w/og.G}mRko].]o} =092C
2590: DD 9C DD 67 7D 99 4F C9 06 00 D6 08 38 10 43 5A ].]g}.OI..V.8.CZ =06B4
25A0: DD 55 08 DD 7C DD 6F 08 DD 61 0E 00 18 EC C6 09 ]U.]|]o.]a...lF. =0706
25B0: 6F AF 2D C8 79 1F 4F DD 7C 1F DD 67 DD 7D 1F DD o/-Hy.O]|.]g]}.] =080C
25C0: 6F CB 1A CB 1B CB 18 18 E8 00 00 00 00 00 81 06 oK.K.K..h....... =04A4
25D0: 23 85 AC C3 11 7F 53 CB 9E B7 23 7F CC FE A6 0D #.,C..SK.7#.L~&. =0839
25E0: 53 7F CB 5C 60 BB 13 80 DD E3 4E 38 76 80 5C 29 S.K\';..]cN8v.\) =0768
25F0: 3B AA 38 82 CD C8 27 B7 EA 49 10 21 A6 01 7E 01 ;*8.MH'7jI.!&.~. =069C
2600: 35 80 DD 21 F3 04 11 FA 33 90 F5 70 D5 DD E5 C5 5.]!s..z3.upU]eE =0939
2610: CD 9D 24 C1 DD E1 D1 04 CD CC 26 21 C9 25 CD 91 M.$A]aQ.ML&!I%M. =090E
2620: 24 21 CF 25 CD 01 30 01 80 80 DD 21 00 00 11 00 $!O%M.0...]!.... =0447
2630: 00 CD 9D 24 F1 CD C6 29 01 31 80 DD 21 17 72 11 .M.$qMF).1.]!.r. =0685
2640: D2 F7 18 04 C1 DD E1 D1 CD C8 27 C8 2E 00 CD 6C Rw..A]aQMH'H..Ml =0920
2650: 27 79 D5 D9 4F D1 DD E5 E1 D9 01 00 00 50 58 DD 'yUYOQ]eaY...PX] =0870
2660: 21 00 00 21 FC 24 E5 21 71 26 E5 E5 E5 E5 21 A1 !..!|$e!q&eeee!! =0755
2670: 01 7E 23 B7 20 0E 43 5A DD 55 08 DD 7C DD 6F 08 .~#7 .CZ]U.]|]o. =060B
2680: DD 61 4F C9 E5 EB 1E 08 1F 57 79 30 12 E5 D9 E3 ]aOIek...Wy0.eYc =081E
2690: 19 E3 EB DD E5 E3 ED 5A E3 DD E1 EB 89 D9 E1 1F .ck]ecmZc]ak.Ya. =0BC1
26A0: 4F DD 7C 1F DD 67 DD 7D 1F DD 6F CB 1C CB 1D CB O]|.]g]}.]oK.K.K =086A
26B0: 18 1D 7A 20 D3 EB E1 C9 CD E3 27 01 20 84 DD 21 ..z SkaIMc'. .]! =07B1
26C0: 00 00 11 00 00 CD FE 27 C1 DD E1 D1 CD C8 27 CA .....M~'A]aQMH'J =07D9
26D0: 14 09 2E FF CD 6C 27 FD E5 34 34 2B E5 D9 E1 4E ....Ml'}e44+eYaN =080C
26E0: 2B 56 2B 5E 2B 7E 2B 6E 67 EB D9 41 EB DD E5 FD +V+^+~+ngkYAk]e} =0862
26F0: E1 AF 4F 57 5F DD 21 00 00 32 24 02 E5 FD E5 C5 a/OW_]!..2$.e}eE =0777
2700: E5 78 D9 E3 B7 ED 52 E3 EB FD E5 E3 ED 52 E3 FD exYc7mRck}ecmRc} =0CC1
2710: E1 EB 99 D9 E1 47 3A 24 02 DE 00 3F 30 09 32 24 ak.YaG:$.^.?0.2$ =0672
```

```
2720: 02 F1 F1 F1 37 18 04 C1 FD E1 E1 0C 0D 1F FA 67 .qqq7..A}aa...zg =0841
2730: 27 17 CB 13 CB 12 08 DD 29 08 30 02 DD 23 08 CB '.K.K..]).0.]#.K =0514
2740: 11 29 08 FD 29 08 30 02 FD 23 08 CB 10 3A 24 02 .).}).0.}#.K.:$. =0405
2750: 17 32 24 02 79 B2 B3 DD B4 DD B5 20 9F E5 21 A6 .2$.y23]4]5 .e!& =07DB
2760: 01 35 E1 20 97 18 2D FD E1 C3 3D 25 78 B7 28 20 .5a ..-}aC=%x7(  =068D
2770: 7D 21 A6 01 AE 80 47 1F A8 78 F2 8F 27 C6 80 77 }!&...G.(xr.'F.w =075E
2780: CA B6 26 CD 2A 28 77 2B C9 CD C8 27 2F B7 21 B7 J6&M*(w+IMH'/7!7 =07AA
2790: E1 F2 17 25 C3 5E 25 CD 0B 28 78 B7 C8 C6 02 38 ar.%C^%M.(x7HF.8 =074C
27A0: F3 47 CD 9D 24 21 A6 01 34 C0 18 E8 CD C8 27 06 sGM.$!&.4@.hMH'. =0746
27B0: 88 11 00 00 21 A6 01 4F D5 DD E1 11 00 00 70 06 ....!&.OU]a...p. =04CA
27C0: 00 23 36 80 17 C3 F9 24 3A A6 01 B7 C8 3A A5 01 .#6..Cy$:&.7H:%. =0610
27D0: FE 2F 17 9F C0 3C C9 CD C8 27 F0 21 A5 01 7E EE ~/..@<IMH'p!%.~n =0887
27E0: 80 77 C9 EB 2A A1 01 E3 E5 2A A3 01 E3 E5 2A A5 .wIk*!.ce*#.ce*% =08A4
27F0: 01 E3 E5 EB C9 11 A1 01 01 06 00 ED B0 C9 ED 53 .cekI.!....mOImS =07DD
2800: A1 01 DD 22 A3 01 ED 43 A5 01 C9 21 A1 01 5E 23 !.]"#.mC%.I!!.^# =0628
2810: 56 23 4E DD 69 23 4E DD 61 23 4E 23 46 23 C9 11 V#N]i#N]a#N#F#I. =0593
2820: A1 01 01 06 00 EB ED B0 EB C9 21 A5 01 7E 07 37 !....kmOkI!%.~.7 =0668
2830: 1F 77 3F 1F 23 23 77 79 07 37 1F 4F 1F AE C9 78 .w?.##wy.7.O..Ix =04E4
2840: B7 28 85 CD C8 27 79 28 88 21 A5 01 AE 79 FA D1 7(.MH'y(.!%..yzQ =0802
2850: 27 CD 59 28 1F A9 C3 D1 27 23 78 BE C0 2B 79 BE 'MY(.)CQ'#x>@+y> =0773
2860: C0 2B DD 7C BE C0 2B DD 7D BE C0 2B 7A BE C0 2B @+]|>@+]}>@+z>@+ =0913
2870: 7B 96 C0 E1 C9 5E 23 56 23 4E 23 46 23 C9 47 4F {.@aI^#V#N#F#IGO =06AE
2880: 57 5F DD 67 DD 6F B7 C8 E5 CD 0B 28 CD 2A 28 AE W_]g]o7HeM.(M*(. =0877
2890: 67 F2 A4 28 1B 7A A3 3C 20 0A DD 2B DD 7C DD A5 gr$(.z#< .]+]|]% =07A6
28A0: 3C 20 01 0D 3E A8 90 CD 98 25 7C 17 DC 4E 25 06 < ..>(.M.%|.\N%. =0552
28B0: 00 DC 7B 25 E1 C9 21 A6 01 7E FE A8 3A A1 01 D0 .\{%aI!&.~~(:!.P =07BE
28C0: 7E CD 7E 28 36 A8 7B F5 79 17 CD F9 24 F1 C9 21 ~M~(6({uy.My$qI! =0894
28D0: 00 00 78 B1 C8 3E 11 3D C8 29 38 08 EB 29 EB 30 ..x1H>.=H)8.k)kO =05DD
28E0: F6 09 30 F3 C3 0D 18 FE 26 CA 7A 29 FE 2D F5 28 v.OsC..~&Jz)~-u( =07E3
28F0: 05 FE 2B 28 01 2B CD 17 25 47 57 5F 2F 4F CD 48 .~+(.+M.%GW_/OMH =051B
2900: 0F 38 56 FE 2E 28 26 FE 45 20 25 CD 48 0F 15 FE .8V~.(&~E %MH..~ =05D6
2910: D8 28 0E FE 2D 28 0A 14 FE 2B 28 05 FE D7 28 01 X(.~-(..~+(.~W(. =05D3
2920: 2B CD 48 0F 38 49 14 20 07 AF 93 5F 0C 0C 28 CE +MH.8I. ./._..(N =04BA
2930: E5 7B 90 F2 42 29 CD E3 27 ED 44 21 C9 25 CD F5 e(.rB)Mc'mD!I%Mu =0926
2940: 27 37 F5 CD D3 29 20 FB F1 30 07 C1 DD E1 D1 CD '7uMS) (qO.A]aQM =097C
2950: CC 26 D1 F1 CC DB 27 EB C9 D5 57 78 89 47 C5 E5 L&QqL['kIUWx.GEe =0A54
2960: D5 CD 97 27 F1 D6 30 CD C6 29 E1 C1 D1 18 8F 7B UM.'qVOMF)aAQ..( =09A8
2970: 87 87 83 87 86 D6 30 5F 18 A7 11 00 00 23 96 28 .....VO_.'...#.( =05B4
2980: 2E 2B CD 48 0F 28 22 38 0C D6 41 38 1C FE 06 30 .+MH.("8.VA8.~.O =04AA
2990: 18 C6 0A 18 02 D6 30 08 7A FE 10 D2 5E 25 08 EB .F...VO.z~.R^%.k =05E0
29A0: 29 29 29 29 B5 6F EB 18 D9 E5 CD C2 18 E1 C9 CD ))))5ok.YeMB.aIM =08A7
29B0: 48 0F 28 F5 FE 31 37 28 04 FE 30 20 EC CB 13 CB H.(u~17(.~O lK.K =06E9
29C0: 12 DA 5E 25 18 E9 CD E3 27 CD AF 27 C1 DD E1 D1 .Z^%.iMc'M/'A]aQ =093A
29D0: C3 9D 24 C8 F5 CD 97 27 F1 3D C9 D5 E5 F5 CD B8 C.$HuM.'q=IUeuM8 =0AF7
29E0: 26 F1 E1 D1 3C C9 E5 21 73 08 CD 5B 0D E1 CD C1 &qaQ<Ie!s.M[.aMA =08F3
29F0: 18 21 25 02 7E 36 00 F5 CD 02 2A F1 32 25 02 C3 .!%.~6.uM.*q2%.C =050F
2A00: D8 1A AF 32 20 02 21 A9 01 36 20 E6 08 28 02 36 X./2 .!).6 f.(.6 =0464
2A10: 2B CD C8 27 F2 1F 2A 36 2D E5 CD DB 27 E1 B4 23 +MH'r.*6-eM['a4# =07F1
2A20: 36 30 3A 20 02 57 17 DA D7 2A CA CF 2A E5 CD 44 60: .W.ZW*JO*eMD =06C4
2A30: 2C 21 25 02 34 35 28 51 57 C6 0B FA 7A 2A BE 28 ,!%.45(QWF.zz*>( =0502
2A40: 02 30 37 47 7E 90 3C 4F 04 7A 16 0B E1 23 CD A8 .07G~.<O.z..a#M( =0561
2A50: 2B E5 AF 01 00 00 ED B1 2B 01 61 2A C5 AF F5 18 +e/...m1+.a*E/u. =0696
2A60: 47 E1 7E FE 2D C8 FE 20 C8 FE 30 28 0A FE 25 20 Ga~~-H~ H~O(.~%  =0822
2A70: 05 23 7E FE 2D C8 2B 36 20 C9 4E 0D 28 01 0C 06 .#~~-H+6 IN.(... =0479
2A80: 02 E1 23 7A 16 00 C3 FC 2B 01 00 03 C6 0C FA 99 .a#z..C|+...F.z. =05E9
2A90: 2A FE 0D 30 04 3C 47 3E 02 D6 02 E1 F5 CD 7F 2C *~.O.<G>.V.auM., =0652
2AA0: 36 30 20 01 23 CD 92 2C 2B 7E FE 30 28 FA FE 2E 60 .#M.,+~~O(z~. =065A
2AB0: 28 01 23 F1 28 1A 36 45 23 36 2B F2 C2 2A 36 2D (.#q(.6E#6+rB*6- =04BF
2AC0: ED 44 06 2F 04 D6 0A 30 FB C6 3A 23 70 23 77 23 mD./.V.O(F:#p#w# =05C5
2AD0: 36 00 EB 21 A9 01 C9 23 C5 E5 7A 1F DA F3 2B 01 6.k!).I#Eez.Zs+. =0714
2AE0: 0E B6 DD 21 C9 1B 11 04 BF CD 3F 28 FA F8 2A E1 .6]!I...?M?(zx*a =07AB
```

```
2AF0: C1 CD 02 2A 2B 36 25 C9 16 0B CD C8 27 C4 44 2C AM.*+6%I..MH'DD, =061A
2B00: E1 C1 FA A8 2B C5 5F 78 92 93 F4 1E 2D CD 26 2D aAz(+E_x..t.-M&- =088F
2B10: CD 92 2C B3 C4 40 2D B3 C4 7F 2C D1 7B B7 20 01 M.,3D@-3D.,Q{7 . =07B5
2B20: 2B 3D F4 1E 2D E5 21 A9 01 46 0E 20 3A 20 02 5F +=t.-e!).F. : ._ =0486
2B30: E6 20 28 07 78 B9 0E 2A 20 01 41 71 CD 48 0F 28 f (.x9.* .AqMH.( =04BD
2B40: 10 FE 45 28 0C FE 30 28 F2 FE 2C 28 EE FE 2E 20 .~E(.~0(r~,(n~.  =075B
2B50: 03 2B 36 30 CB 63 28 03 2B 36 24 CB 53 20 02 2B .+60Kc(.+6$KS .+ =03DD
2B60: 70 E1 28 02 70 23 36 00 21 A8 01 23 3A 1E 02 95 pa(.p#6.!(.#:... =0420
2B70: 92 C8 7E FE 20 28 F4 FE 2A 28 F0 2B E5 F5 CD 48 .H~~ (t~*(p+euMH =096C
2B80: 0F FE 2D 28 F8 FE 2B 28 F4 FE 24 28 F0 FE 30 20 .~-(x~+(t~$(p~0  =0827
2B90: 10 23 CD 48 0F 30 0A 2B 01 2B 77 F1 28 FB C1 18 .#MH.0.+.+wq({A. =054C
2BA0: CB F1 28 FD E1 36 25 C9 5F 79 B7 28 01 3D 83 FA Kq()a6%I_y7(.=.z =0858
2BB0: B3 2B AF C5 F5 FC DB 29 20 FB C1 7B 90 C1 5F 82 3+/Eu|[) {A(.A_. =09D0
2BC0: 78 FA CF 2B 92 93 F4 1E 2D C5 CD 26 2D 18 11 CD xzO+..t.-EM&-..M =07AB
2BD0: 1E 2D 79 CD 82 2C 4F AF 92 93 CD 1E 2D C5 47 4F .-yM.,O/..M.-EGO =06D5
2BE0: CD 92 2C C1 B1 20 03 2A 1E 02 83 3D F4 1E 2D 50 M.,A1 .*...=t.-P =05B9
2BF0: C3 25 2B CD C8 27 37 C4 44 2C E1 C1 F5 79 B7 F5 C%+MH'7DD,aAuy7u =08F6
2C00: 28 01 3D 80 4F 7A E6 04 FE 01 9F 57 81 4F D6 0B (.=.Oz+.~..W.OV. =063F
2C10: F5 C5 FC DB 29 FA 12 2C C1 F1 C5 F5 FA 20 2C AF uE|[)z.,AqEuz ,/ =0A53
2C20: ED 44 80 3C 82 47 0E 00 CD 92 2C F1 F4 3A 2D C1 mD.<.G..M.,qt:-A =075C
2C30: F1 20 01 2B F1 38 04 C6 0B 90 92 C5 CD B6 2A EB q .+q8.F...EM6*k =07BA
2C40: D1 C3 25 2B D5 AF F5 CD 6D 2C 01 15 A2 DD 21 F8 QC%+U/uMm,.."]!x =0871
2C50: 02 11 FD FF CD 3F 28 F2 6A 2C F1 CD D4 29 F5 C3 ..}.M?(rj,qMT)uC =093E
2C60: 4A 2C F1 CD DB 29 F5 CD 6D 2C F1 D1 C9 01 3A A5 J,qM[)uMm,qQI.:% =08FE
2C70: DD 21 B7 43 11 FC 3F CD 3F 28 E1 F2 62 2C E9 05 ]!7C.|?M?(arb,i. =07C7
2C80: 20 08 36 2E 22 1E 02 23 48 C9 0D C0 36 2C 23 0E  .6."..#HI.@6,#. =0362
2C90: 03 C9 D5 C5 E5 CD 89 24 3C CD 7E 28 CD FE 27 E1 .IUEeM.$<M~(M~'a =0947
2CA0: C1 11 E7 2C 3E 0B CD 7F 2C C5 F5 E5 D5 CD 0B 28 A.g,>.M.,EueUM.( =081A
2CB0: E1 06 2F 04 7B 96 5F 23 7A 9E 57 23 DD 7D 9E DD a./.{._#z.W#]}.] =0714
2CC0: 6F 23 DD 7C 9E DD 67 23 79 9E 4F 2B 2B 2B 2B 30 o#]|.]g#y.O++++0 =0632
2CD0: E2 CD 63 25 23 CD FE 27 EB E1 70 23 F1 C1 3D 20 bMc%#M~'kap#qA=  =08BA
2CE0: C5 CD 7F 2C 77 D1 C9 00 E4 0B 54 02 00 CA 9A 3B EM.,wQI.d.T..J.; =0732
2CF0: 00 00 E1 F5 05 00 80 96 98 00 00 40 42 0F 00 00 ..au.......@B... =041A
2D00: A0 86 01 00 00 10 27 00 00 00 E8 03 00 00 00 64  .....'...h....d =02AD
2D10: 00 00 00 00 0A 00 00 00 00 01 00 00 00 00 B7 C8 ..............7H =018A
2D20: 3D 36 30 23 18 F8 7B 82 3C 47 3C D6 03 30 FC C6 =60#.x{.<G<V.0|F =065D
2D30: 05 4F 3A 20 02 E6 40 C0 4F C9 20 04 C8 CD 7F 2C .O: .f@@OI .HM., =0612
2D40: 36 30 23 3D 18 F6 CD 48 0F 30 1E CD 82 0F E5 CD 60#=.vMH.0.M..eM =0656
2D50: B8 0A D2 EB 10 60 69 23 23 23 CD 48 0F D6 9C C2 8.Rk.'i###MH.V.B =0719
2D60: 49 10 47 CD 98 1A E1 18 03 CD CE 14 CD 49 0F 37 I.GM..a..MN.MI.7 =0626
2D70: 28 0C FE 2C 28 05 FE 3B C2 11 09 CD 48 0F EB 2A (.~,(.~;B..MH.k* =05D9
2D80: A1 01 01 D1 EB E5 F5 D5 46 AF B0 CA 49 10 23 23 !..QkeuUF/0JI.## =081C
2D90: 4E 23 66 69 C3 9D 2D CD 1F 2F CD 06 0D AF 5F 57 N#fiC.-M./M../_W =062D
2DA0: CD 1F 2F 57 7E 23 FE 23 CA E4 2D FE 27 CA A7 2E M./W~#~#Jd-~'J'. =07D3
2DB0: 05 CA 93 2E FE 2B 3E 08 28 E6 2B 7E 23 FE 2E CA .J..~+>.(f+~#~.J =06CF
2DC0: FC 2D BE 20 D2 FE 24 28 14 FE 2A 20 CA 78 FE 02 |-> R~$(.~* Jx~. =07C1
2DD0: 23 38 03 7E FE 24 3E 20 20 07 05 1C FE AF C6 10 #8.~~$>  ...~/F. =0527
2DE0: 23 1C 82 57 1C 0E 00 05 28 46 7E 23 FE 2E 28 17 #..W....(F~#~.(. =03C1
2DF0: FE 23 28 F0 FE 2C 20 19 CB F2 18 E8 7E FE 23 3E ~#(p~, .Kr.h~~#> =0836
2E00: 2E C2 97 2D 0E 01 23 0C 05 28 25 7E 23 FE 23 28 .B.-..#..(%~#~#( =042E
2E10: F6 D5 54 5D FE 5E 20 16 BE 20 13 23 BE 20 0F 23 vUT]~^ .> .#> .# =0632
2E20: BE 20 0B 23 78 D6 04 38 05 D1 47 14 23 CA EB D1 > .#xV.8.QG.#JkQ =0670
2E30: 2B 1C CB 5A 20 13 1D 78 B7 28 0E 7E D6 2D 28 06 +.KZ ..x7(.~V-(. =04D0
2E40: FE FE 20 05 CB DA CB D2 05 E1 F1 28 51 C5 D5 CD ~~ .KZKR.aq(QEUM =0A1A
2E50: D3 14 D1 C1 C5 E5 43 78 81 FE 19 D2 49 10 7A F6 S.QAEeCx.~.RI.zv =0911
2E60: 80 CD 03 2A CD D9 1A E1 CD 49 0F 37 28 0C FE 3B .M.*MY.aMI.7(.~; =06E4
2E70: 28 05 FE 2C C2 11 09 CD 48 0F C1 EB E1 E5 F5 D5 (.~,B..MH.AkaeuU =0893
2E80: 7E 90 23 23 4E 23 66 69 16 00 5F 19 78 B7 C2 9D ~.##N#fi.._.x7B. =05B0
2E90: 2D 18 06 CD 1F 2F CD 06 0D E1 F1 C2 83 2D DC 0B -..M./M..aqB.-\. =0671
2EA0: 13 E3 CD 12 1C E1 C9 0E 01 1E 4C 05 28 1C 7E 23 .cM..aI...L.(.~# =04FE
2EB0: FE 45 28 0C FE 52 28 08 FE 4C 28 04 FE 43 20 0A ~E(.~R(.~L(.~C . =05D8
```

```
2EC0: 5F 0C 05 28 05 7E 23 BB 28 F7 CD 1F 2F E1 F1 28 _..(.~#;(wM./aq( =062D
2ED0: CD C5 D5 CD CE 14 D1 C1 C5 E5 2A A1 01 41 0E 00 MEUMN.QAEe*!.A.. =086D
2EE0: 7B FE 45 28 2B D5 C5 CD C0 1C C1 D1 78 96 47 7B {~E(+UEM@.AQx.G{ =08B6
2EF0: FE 4C 28 0E FE 52 28 15 78 CB 38 90 08 CD 17 2F ~L(.~R(.xK8..M./ =0633
2F00: 08 47 C5 CD DC 1A C1 CD 17 2F C3 67 2E AF 18 EC .GEM\.AM./Cg./.l =07B6
2F10: 78 96 30 ED AF 18 EA 04 05 C8 CD F2 0C 18 F9 F5 x.0m/.j..HMr..yu =087E
2F20: 7A B7 3E 2B C4 06 0D F1 C9 21 DB 27 E3 E9 00 00 z7>+D..qI![&#x27;ci.. =071A
2F30: 00 00 00 80 CD E3 27 21 2E 2F CD F5 27 C1 DD E1 ....Mc'!./Mu'A]a =073D
2F40: D1 CD C8 27 28 44 78 B7 CA 18 25 D5 DD E5 C5 79 QMH'(Dx7J.%U]eEy =0904
2F50: F6 7F CD 0B 28 F2 6A 2F D5 DD E5 C5 CD B6 28 C1 v.M.(rj/U]eEM6(A =09C8
2F60: DD E1 D1 F5 CD 3F 28 E1 7C 1F E1 22 A5 01 E1 22 ]aQuM?(a|.a"%.a" =08E0
2F70: A3 01 E1 22 A1 01 DC 29 2F CC DB 27 D5 DD E5 C5 #.a"!.\)/L['U]eE =08A7
2F80: CD F4 25 C1 DD E1 D1 CD 48 26 01 38 81 DD 21 3B Mt%A]aQMH&.8.]!; =0864
2F90: AA 11 5C 29 CD 48 26 3A A6 01 FE 88 D2 89 27 CD *.\)MH&:&.~.R.'M =0731
2FA0: E3 27 CD B6 28 C1 DD E1 D1 F5 CD 9A 24 21 C4 2F c'M6(A]aQuM.$!D/ =0999
2FB0: CD 10 30 21 A6 01 F1 B7 FA BD 2F 86 01 86 3F 77 M.0!&.q7z=/...?w =0726
2FC0: D0 C3 89 27 0A CC D5 45 56 15 6A CF 37 A0 92 27 PC.'.LUEV.jO7 .' =0767
2FD0: 6D F5 95 EE 93 00 71 D0 FC A7 78 21 74 B1 21 82 mu.n..qP|'x!t1!. =08BD
2FE0: C4 2E 77 82 58 58 95 1D 7A 6D CB 46 58 63 7C E9 D.w.XX..zmKFXc|i =0765
2FF0: FB EF FD 75 7E D2 F7 17 72 31 80 00 00 00 00 00 {o}u~Rw.r1...... =06DD
3000: 81 CD E3 27 11 44 26 D5 E5 CD 0B 28 CD 48 26 E1 .Mc'.D&UeM.(MH&a =07A9
3010: CD E3 27 7E 23 CD F5 27 FE F1 C1 DD E1 D1 3D C8 Mc'~#Mu'~qA]aQ=H =0AA5
3020: D5 DD E5 C5 F5 E5 CD 48 26 E1 CD 0E 28 E5 CD 9D U]eEueMH&aM.(eM. =0AA4
3030: 24 E1 18 E5 CD C8 27 FA 5B 30 21 C2 01 CD F5 27 $a.eMH'z[0!B.Mu' =0810
3040: C8 01 35 98 DD 21 7A 44 11 00 00 CD 48 26 01 28 H.5.]!zD...MH&.( =04C7
3050: 68 DD 21 46 B1 11 00 00 CD 9D 24 CD 0B 28 7B 59 h]!F1...M.$M.({Y =05D0
3060: 4F 36 80 2B 46 36 80 CD FC 24 21 C2 01 C3 1F 28 O6.+F6.M|$!B.C.( =0607
3070: 01 49 81 DD 21 DA 0F 11 21 A2 CD 9D 24 CD E3 27 .I.]!Z..!"M.$Mc' =06EB
3080: 01 49 83 DD 21 DA 0F 11 21 A2 CD FE 27 C1 DD E1 .I.]!Z..!"M~'A]a =07F9
3090: D1 CD CC 26 CD E3 27 CD B6 28 C1 DD E1 D1 CD 9A QML&Mc'M6(A]aQM. =0AC9
30A0: 24 21 CF 30 CD 91 24 CD C8 27 37 F2 B5 30 CD 89 $!O0M.$MH'7r50M. =07E6
30B0: 24 CD C8 27 B7 F5 F4 DB 27 21 CF 30 CD 8C 24 F1 $MH'7ut['!O0M.$q =0910
30C0: D4 DB 27 21 D5 30 C3 01 30 21 A2 DA 0F 49 81 00 T['!U0C.0!"Z.I.. =0666
30D0: 00 00 00 00 7F 07 90 BA 34 76 6A 82 E4 E9 E7 4B ........:4vj.digK =0665
30E0: F1 84 B1 4F 7F 3B 28 86 31 B6 64 69 99 87 E4 36 q.1O.;(.16di..d6 =07CB
30F0: E3 35 23 87 24 31 E7 5D A5 86 21 A2 DA 0F 49 83 c5#.$1g]%.!"Z.I. =06FE
3100: CD E3 27 CD 7D 30 C1 DD E1 D1 CD E4 27 EB CD FE Mc'M}0A]aQMd'kM~ =0B2F
3110: 27 CD 70 30 C3 C8 26 CD C8 27 FC 29 2F FC DB 27 'Mp0CH&MH'|)/|[' =0853
3120: 3A A6 01 FE 81 38 10 01 00 81 DD 21 00 00 51 59 :&.~.8....]!..QY =04D2
3130: CD CC 26 21 91 24 E5 21 4D 31 CD 01 30 21 C9 30 ML&!.$e!M1M.0!I0 =0631
3140: C9 65 86 DD 21 E0 2E 11 29 D3 C3 48 26 0D 14 07 Ie.]!'..)SCH&... =0626
3150: BA FE 62 75 51 16 CE D8 D6 78 4C BD 7D D1 3E 7A :~buQ.NXVxL=}Q>z =08F9
3160: 01 CB 23 C4 D7 7B DC 3A 0A 17 34 7C 36 C1 A3 81 .K#DW{\:..4|6A#. =0707
3170: F7 7C EB 16 61 AE 19 7D 5D 78 8F 60 B9 7D A2 44 w|k.a..}]x.'9}"D =07F9
3180: 12 72 63 7D 16 62 FB 47 92 7E C0 F0 BF CC 4C 7E .rc}.b{G.~@p?LL~ =0833
3190: 7E 8E AA AA AA 7F F6 FF FF FF 7F 80 3E 04 CD 86 ~.***.v.....>.M. =0A10
31A0: 1A CD 32 10 2A 81 01 7A CD B2 31 7B CD B2 31 C3 .M2.*..zM21{M21C =06ED
31B0: B5 1C F5 1F 1F 1F 1F CD BB 31 F1 F5 E6 0F C6 30 5.u....M;1quf.F0 =07CC
31C0: FE 3A 38 02 C6 07 77 23 F1 C9 3E 10 CD 86 1A CD ~:8.F.w#qI>.M..M =071B
31D0: 32 10 2A 81 01 06 10 36 30 CB 23 CB 12 30 01 34 2.*....60K#K.0.4 =039A
31E0: 23 10 F4 18 CA CD 0B 28 C3 48 26 CD F4 25 01 5E #.t.JM.(CH&Mt%.^ =067F
31F0: 7F DD 21 D8 5B 11 38 A9 C3 48 26 C1 DD E1 D1 D5 .]!X[.8)CH&A]aQU =08F8
3200: DD E5 C5 CD E3 27 CD 17 32 C1 DD E1 D1 CD 48 26 ]eEMc'M.2A]aQMH& =09FF
3210: C3 96 24 C1 DD E1 D1 CD CC 26 CD E3 27 CD B6 28 C.$A]aQML&Mc'M6( =0A0E
3220: C1 DD E1 D1 CD 3F 28 C8 CD C8 27 F0 01 00 81 DD A]aQM?(HMH'p...] =0957
3230: 21 00 00 51 59 C3 9D 24 CD E3 27 CD 1A 32 C3 96 !..QYC.$Mc'M.2C. =0698
3240: 24 01 49 82 DD 21 DA 0F 11 21 A2 23 C3 FE 27 E5 $.I.]!Z..!"#C~'e =069B
3250: 3E 01 32 40 31 21 71 32 11 70 30 01 1A 00 32 26 >.2@1!q2.p0...2& =02CA
3260: 02 ED B0 E1 C9 E5 3E C9 32 40 31 AF 21 8B 32 18 .m0aIe>I2@1/!.2. =077D
3270: E7 01 34 87 DD 21 00 00 11 00 00 CD 9D 24 CD E3 g.4.]!.....M.$Mc =05F0
3280: 27 01 34 89 DD 21 00 00 11 00 00 01 49 81 DD 21 '.4.]!......I.]! =03BD
```

```
3290: DA 0F 11 21 A2 CD 9D 24 CD E3 27 01 49 83 DD 21 Z..!"M.$Mc'.I.]! =06ED
32A0: DA 0F 11 21 A2 3A 27 02 B7 5F 3E 00 32 27 02 28 Z..!":'.7_>.2'.( =03F7
32B0: 03 7B 1E 01 E5 C3 95 1C ED 5B 8B 01 D5 CD D3 14 .{..eC..m[..UMS. =0753
32C0: E5 CD C8 27 E1 D1 20 30 47 0E BD 2B 18 12 B7 20 eMH'aQ 0G.=+..7  =06E1
32D0: 11 23 7E 23 B6 CA 11 09 23 5E 23 56 ED 53 8F 01 .#~#6J..#^#VmS.. =0539
32E0: 16 BE CD 48 0F 28 E7 BA 28 06 B9 20 F5 04 18 F2 .>MH.(g:(.9 u..r =06CB
32F0: 04 05 CA 13 11 05 18 EA CD D3 08 06 BD DD E1 D5 ..J....jMS..=]aU =06FC
3300: ED 5B 8F 01 D5 C5 33 DD E9 C0 CD 96 08 F9 FE BD m[..UE3]i@M..y~= =0A4A
3310: C2 20 09 E1 22 8F 01 C3 0F 11 CD D3 08 54 5D 06 B .a"..C..MS.T]. =05C0
3320: BF 18 DA CD D3 14 D9 CD C8 27 08 CD 96 08 F9 FE ?.ZMS.YMH'.M..y~ =0964
3330: BF C2 23 09 D1 21 CE 0E E3 08 D9 C2 13 11 D9 ED ?B#.Q!N.c.YB..Ym =07EB
3340: 53 8F 01 18 D8 3A CA 01 C3 DC 18 ED 5B CB 01 C3 S...X:J.C\.m[K.C =0766
3350: C2 18 CD 0E 1E C3 28 09 CD 48 0F CA 11 09 3E 8A B.M..C(.MH.J..>. =0597
3360: CD F5 08 D2 11 09 CD 4E 10 7B B2 28 08 E5 CD B8 Mu.R..MN.{2(.eM8 =07A8
3370: 0A E1 D2 EB 10 ED 53 C8 01 AF 32 CA 01 32 CB 01 .aRk.mSH./2J.2K. =076B
3380: 32 CC 01 C9 F5 3A CA 01 B7 CA 26 09 ED 5B CB 01 2L.Iu:J.7J&.m[K. =0786
3390: F1 ED 7B CF 01 01 CE 0E C5 01 79 33 C5 DA CF 10 qm{O..N.E.y3EZO. =07F6
33A0: 28 06 3E 82 CD F5 08 37 ED 53 8F 01 2A CD 01 D0 (.>.Mu.7mS..*M.P =0687
33B0: B7 23 C2 13 11 7E 23 B6 C8 23 5E 23 56 ED 53 8F 7#B..~#6H#^#VmS. =06A8
33C0: 01 23 C3 13 11 0E 0C CA 09 01 CD 0E 1E E6 01 4F .#C....J..M..f.O =0428
33D0: C3 55 34 CD 62 34 0E 1B CD 09 01 4A CB F9 CD 09 CU4Mb4..M..JKyM. =0693
33E0: 01 4B CB F9 C3 09 01 00 00 FE D1 ED 5B E7 33 28 .KKyC....~Qm[g3( =0736
33F0: 09 CD 62 34 3E 2C CD F5 08 3E 23 D5 CD 62 34 E3 .Mb4>,Mu.>#UMb4c =071C
3400: 0E 03 18 4C CD 62 34 ED 53 E7 33 C9 CD 62 34 E5 ...LMb4mSg3IMb4e =0743
3410: 0E 02 18 3C CD 0E 1E E6 03 C6 05 4F 18 37 E1 3E ...<M..f.F.O.7a> =04CE
3420: 28 CD F5 08 CD 62 34 3E 29 CD F5 08 E5 0E 04 EB (Mu.Mb4>)Mu.e..k =0768
3430: CD 55 34 3E 00 CA 39 34 3D CD AF 27 E1 C9 CD 29 MU4>.J94=M/'aIM) =074B
3440: 10 D5 3E 2C CD F5 08 CD 29 10 E3 EB 0E 09 18 06 .U>,Mu.M).ck.... =0622
3450: EB 22 E7 33 3E E5 C5 0E 1B CD 09 01 C1 CD 09 01 k"g3>eE..M..AM.. =06A7
3460: E1 C9 CD 0E 1E F5 3E 2C CD F5 08 CD 0E 1E 57 F1 aIM..u>,Mu.M..Wq =080D
3470: 5F C9 3E FF C9 C3 06 01 C3 0C 01 3A EC 01 FE 49 _I>.IC..C..:l.~I =0736
3480: C8 06 20 3E FF CD 0C 01 10 F9 3E 1A C3 0C 01 E5 H. >.M...y>.C..e =061B
3490: 3A 0F 02 B7 3E 41 28 04 32 F6 01 3C 32 F5 01 21 :..7>A(.2v.<2u.! =045B
34A0: 00 00 22 F7 01 22 F9 01 22 FB 01 3A EC 01 FE 49 .."w."y."{.:l.~I =05C2
34B0: 28 31 06 14 0E FF CD 0C 01 10 F9 0E 1E CD 0C 01 (1....M...y..M.. =0469
34C0: 0E 01 CD 0C 01 21 ED 01 06 20 16 00 4E CD 0C 01 ..M..!m.. ..NM.. =035C
34D0: 7E 82 57 23 10 F6 ED 44 4F CD 0C 01 0E 02 CD 0C ~.W#.vmDOM....M. =05C3
34E0: 01 18 2A CD 06 01 FE 1E 20 F9 CD 06 01 FE 01 20 ..*M..~. yM..~.  =053F
34F0: F2 AF 4F 21 ED 01 06 20 CD 06 01 BE 20 E5 23 81 r/O!m.. M..> e#. =0660
3500: 4F 10 F5 CD 06 01 81 C2 E3 36 CD 06 01 E1 C9 CD O.uM...Bc6M..aIM =07CF
3510: 11 1E 32 EB 01 CD 2D 01 C3 AF 27 20 0C 3E 2A 32 ..2k.M-.C/' .>*2 =04A7
3520: EB 01 AF 32 0F 02 C3 2A 01 38 08 3E 23 CD F5 08 k./2..C*.8.>#Mu. =0537
3530: D2 11 09 CD 0E 1E 32 EB 01 E5 CD 2A 01 E1 CD 49 R..M..2k.eM*.aMI =06D7
3540: 0F C8 3E 2C CD F5 08 18 D2 CD CE 14 E5 CD 58 1C .H>,Mu..RMN.eMX. =07CA
3550: 32 EC 01 E1 3E 2C CD F5 08 38 08 3E 23 CD F5 08 2l.a>,Mu.8.>#Mu. =069F
3560: D2 11 09 CD 0E 1E 32 EB 01 3E 2C CD F5 08 CD 75 R..M..2k.>,Mu.Mu =0679
3570: 35 CD 27 01 C9 CD CE 14 E5 CD 58 1C 2B 2B 2B 4E 5M'.IMN.eMX.+++N =0697
3580: 3E 08 B9 30 01 4F 21 ED 01 06 20 36 20 23 10 FB >.90.O!m.. 6 #.{ =0438
3590: 21 ED 01 EB 06 00 ED B0 AF 12 E1 C9 D9 CD DA 0A !m.k..mO/.aIYMZ. =0892
35A0: D9 CD 75 35 26 49 2E 04 22 EB 01 21 FF FF 22 0E YMu5&I.."k.!..". =064E
35B0: 02 CD 27 01 21 28 02 06 00 CD 2D 01 14 28 40 CD .M'.!(...M-..(@M =038C
35C0: 21 01 E6 7F 28 F3 FE 7F 28 EF FE 1A 28 31 FE 0A !.f.(s~.(o~.(1~. =07AF
35D0: 20 04 04 05 28 E3 4F 78 3C 79 28 02 23 04 77 D6  ...(cOx<y(.#.wV =0452
35E0: 0D 20 D6 77 3E FE 32 21 02 21 28 02 CD 48 0F 3C . Vw>~2!.!(.MH.< =04B6
35F0: 3D 28 C1 30 05 F5 AF C3 17 0A 1E 18 C3 28 09 CD =(AO.u/C....C(.M =05DA
3600: 1D 35 CD EB 0A C3 B8 09 CD 75 35 CD 49 0F 00 11 .5Mk.C8.Mu5MI... =0645
3610: FF FF 28 0E 3E 2C CD F5 08 D2 11 09 CD 82 0F C2 ..(.>,Mu.R..M..B =0774
3620: 11 09 ED 53 10 02 3E FD 32 21 02 C3 95 36 3C 3C ..mS..>}2!.C.6<< =0502
3630: CA B4 35 CD EB 0A AF 32 21 02 ED 5B 10 02 7A A3 J45Mk./2!.m[..z# =06F0
3640: 3C 01 CE 0E C5 C8 C3 E4 10 CD 75 35 32 0E 02 CD <.N.EHCd.Mu52..M =06E3
3650: 1D 35 3E 04 32 EB 01 32 0F 02 CD 48 0F 2B 3E 4F .5>.2k.2..MH.+>O =03D1
```

```
3660: 28 0C 3E 2C CD F5 08 3E 44 CD F5 08 3E 44 32 EC (.>,Mu.>DMu.>D2l =0654
3670: 01 CD 27 01 E5 2A 99 01 EB 2A 97 01 0E FE CD 24 .M'.e*..k*...~M$ =0649
3680: 01 4E 23 CD 24 01 7C 92 20 02 7D 93 20 F3 E1 C3 .N#M$.|. .}. saC =065B
3690: 1D 35 CD 75 35 CD DA 0A 2E 04 26 49 22 EB 01 2E .5Mu5MZ...&I"k.. =0557
36A0: 00 22 0E 02 CD 27 01 2A 97 01 CD 2D 01 14 28 33 ."..M'.*..M-..(3 =0353
36B0: CD 21 01 3C 3C 20 2C 06 03 CD 2D 01 14 28 1E CD M!.<< ,..M-..(.M =03DE
36C0: 21 01 77 CD E2 08 7E B7 23 20 EC 10 EC CD 1D 35 !.wMb.~7# l.lM.5 =06CF
36D0: 22 99 01 3A 21 02 B7 CC F8 12 C3 7C 0A CD DA 0A "..:!.7Lx.C|.MZ. =06A0
36E0: 1E 14 01 1E 15 C3 28 09 CD 75 35 CD 1D 35 3E 04 .....C(.Mu5M.5>. =0432
36F0: 32 EB 01 CD 49 0F 00 3E 4F 28 0C 3E 2C CD F5 08 2k.MI..>O(.>,Mu. =0538
3700: 3E 44 CD F5 08 3E 44 32 EC 01 21 FF FF 22 0E 02 >DMu.>D2l.!.."..  =063E
3710: CD 27 01 E1 2A 97 01 7E 23 B6 23 28 31 5E 23 56 M'.a*..~#6#(1^#V =0542
3720: 23 E5 CD C2 18 CD 02 2A 23 CD 59 37 E1 7E FE 09 #eMB.M.*#MY7a~~. =078E
3730: 28 05 0E 20 CD 24 01 CD F1 0D E5 21 29 02 CD 59 (.. M$.Mq.e!).MY =056F
3740: 37 E1 0E 0D CD 24 01 0E 0A CD 24 01 18 C9 0E 1A 7a..M$...M$..I.. =0438
3750: CD 24 01 CD 1D 35 C3 B8 09 7E B7 C8 4F CD 24 01 M$.M.5C8.~7HOM$. =06D3
3760: 23 18 F6 ED FF 42 41 53 49 43 00 C3 00 01 00 00 #.vm.BASIC.C.... =0543
3770: 21 28 03 F9 22 95 01 FD 21 D9 01 21 61 09 22 01 !(.y"..}!Y.!a.". =04A3
3780: 01 21 0D 38 CD 5B 0D CD 8C 0C CD 48 0F FE 51 28 .!.8M[.M..MH.~Q( =059C
3790: 22 2F 3C 20 07 CD 1B 01 60 6F 18 14 21 29 02 CD "/< .M..'o..!).M =03B1
37A0: 49 0F CD E7 28 7E B7 C2 11 09 CD 2C 10 EB 2B 2B I.Mg(~7B..M,.k++ =068F
37B0: 22 3B 01 2A 3B 01 22 83 01 E5 11 00 03 B7 ED 52 ";.*;."..e...7mR =0459
37C0: E1 DA F1 08 11 9C FF 19 11 00 03 7C 92 20 02 7D aZq........|. .} =063A
37D0: 93 ED 5B 39 01 30 03 11 00 03 7C 92 20 02 7D 93 .m[9.0....|. .}. =049C
37E0: 38 DF F9 22 95 01 EB 22 97 01 CD E2 08 B7 EB ED 8_y"..k"..Mb.7km =08B3
37F0: 52 01 F0 FF 09 CD 0B 13 CD EE 29 21 1C 38 CD 5B R.p..M..Mn)!.8M[ =06B7
3800: 0D 21 5B 0D 22 1B 02 CD DA 0A C3 B8 09 0A 48 69 .![."..MZ.C8..Hi =04C5
3810: 67 68 65 73 74 20 4D 65 6D 6F 72 F9 20 42 79 74 ghest Memory Byt =0683
3820: 65 73 20 46 72 65 65 0A 0A 57 65 6C 63 6F 6D 65 es Free..Welcome =055A
3830: 20 74 6F 20 48 42 41 53 49 43 0A 56 65 72 73 69  to HBASIC.Versi =04E0
3840: 6F 6E 20 33 2E 33 20 20 32 34 2E 20 4F 63 74 6F on 3.3  24. Octo =041A
3850: 62 65 72 20 31 39 38 35 8A 00 00 00 00 00 00 00 ber 1985........ =02BA
3860: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
3870: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................ =0000
```

2.9.4. Programmtechnische Details

Weil das etwa 140seitige Assemblerlisting nicht abgedruckt werden kann, sind nachfolgend einige programmtechnische Details in Kurzform erläutert.

Eine eingegebene Zeile wird sofort nach Bestätigung durch die RETURN-Taste in das interne Format übersetzt. Dabei wird jeder BASIC-Befehl durch ein sogenanntes Token ersetzt, d. h., durch ein byte größer/gleich 80H (größer/gleich 80H, damit Tokens von normalen Textzeichen unterschieden werden können). Funktionen erhalten zusätzlich noch das Steuerbyte FFH. Zum Beispiel wird das Schlüsselwort END durch 80H ersetzt. Aufgrund dieser Vorübersetzung muß der Interpreter in der Ausführungsphase nicht jedesmal das Schlüsselwort «entziffern», sondern kann gleich aus dem Token eine Adresse bestimmen, auf der die Einsprungadresse der jeweiligen BASIC-Funktion steht und das entsprechende Unterprogramm anspringen.

BASIC-Zeilen mit Zeilennummer werden ab TXTBG wie folgt abgelegt:

(TXTBG) → 00

AAAA	Adresse der nächsten Zeile
NNNN	Zeilennummer (binär)
...	Anweisungen
00	Zeilenende
AAAA	Adresse der nächsten Zeile
usw.	
...	Letzte Anweisung
00	
00	Kennzeichen für Programmende
00	

Direkt hinter dem Programm werden alle Variablen, Feldvariablen und Funktionen gespeichert.

```
                                 ;*****************************
                                 ;         START BASIC
                                 ;*****************************

                                 ORG        BASIC
  0100      C3 3770    START:    JP         INIT
  0103      C3 F003    CI:       JP         MONITOR+3H     ;A=ZEICHEN TASTATUR
  0106      C3 F006    RI:       JP         MONITOR+6H     ;A=ZEICHEN LESER
  0109      C3 F009    CO:       JP         MONITOR+9H     ;C=ZEICHEN BILDSCHIRM
  010C      C3 F00C    POO:      JP         MONITOR+0CH    ;C=ZEICHEN STANZER
  010F      C3 F00F    LO:       JP         MONITOR+0FH    ;C=ZEICHEN DRUCKER
  0112      C3 F012    CSTS:     JP         MONITOR+12H    ;A=CONSOLSTATUS
  0115      C3 F015    IOCHK:    JP         MONITOR+15H    ;IO-TEST
  0118      C3 F018    IOSET:    JP         MONITOR+18H    ;IO-SET
  011B      C3 F01B    MEMSI:    JP         MONITOR+1BH    ;HIMEM A=LO B=HI
  011E      C3 F01E    TRAPX:    JP         MONITOR+1EH    ;MONITOR
  0121      C3 3475    FILIN:    JP         FILINX         ;DATEI LESEN
  0124      C3 3478    FIOUT:    JP         FIOUTX         ;DATEI SCHREIBEN
  0127      C3 348F    FILOP:    JP         FILOPX         ;DATEI EROEFFNEN
  012A      C3 347B    FILCL:    JP         FILCLX         ;DATEI SCHLIESSEN
  012D      C3 3472    FIEOF:    JP         FIEOFX         ;DATEI-ENDE TESTEN
  0130      C3 1049    USR:      JP         IFERR   ;HIER USR-SPRUNG EINTRAGEN
  0133      C3 1032              JP         GETW    ;HOLT USR-ARGUMENT
  0136      C3 18C8              JP         FRE4    ;UEBERGIBT FUNKTIONSWERT

;Eine Auswahl der wichtigsten RAM-Zellen
  0139      3770       LOMEM:    DEFW       INIT           ;BEGINN BASIC-PGM
  013B      EFFF       HIMEM:    DEFW       0EFFFH         ;HIGHEST MEMORY
  018B      0000       RUNAD:    DEFW       0              ;AKTUELLE PGM-ADRESSE
  018D      0000       TXTPT:    DEFW       0              ;TEXTPOINTER
  018F      FFFF       RUNLN:    DEFW       0FFFFH         ;MOMENTANE ZEILENNUMMER
  0195      0000       STACK:    DEFW       0              ;SP
  0197      0000       TXTBG:    DEFW       0              ;BEGINN DES PROGRAMMS
  0199      0000       VARBG:    DEFW       0              ;BEGINN DER VARIABLEN
  019B      0000       ARRBG:    DEFW       0              ;BEGINN DER FELDER
  019D      0000       ARREN:    DEFW       0              ;ENDE DER FELDER
  01A1      0000       XLSB:     DEFW       0              ;X-REGISTER, STRINGPOINTER
  01A3      0000       XNSB:     DEFW       0
  01A5      00         XMSB:     DEFB       0
  01A6      00         XEXP:     DEFB       0
  01D3      C3 0109    JPCO:     JP         CO             ;SPRUNG ZUM AUSGABEGERAET
  01D6      C3 0103    JPCI:     JP         CI             ;SPRUNG ZUM EINGABEGERAET
  01E8      FF         DNUCT:    DEFB       255            ;ANZAHL DER SYNC-ZEICHEN
  01E9      FF         DNUCH:    DEFB       255            ;SYNCH-ZEICHEN
  01EB      00         FILNR:    DEFB       0              ;DATEI-NUMMER
  01EC      00         FILMD:    DEFB       0              ;IN/OUT
  01ED                 FILNA:    DEFS       33             ;FILE-NAME USW
  020E      00         FIBIN:    DEFB       0              ;BIN=0,ASCII=-1
  020F      00         FIFLG:    DEFB       0              ;SAVE/LOAD FLAG
  021A      C3 3770    JPRET:    JP         INIT           ;RETURNSPRUNG BEI READY
  0229                 BUFER:    DEFS       255            ;TEXTPUFFER
  0328                           DEFS       32             ;FREI, PUFFERERWEITERUNG
```

Bild 2.56 Anfang des BASIC-Interpreters und einige wichtige RAM-Zellen

(VARBG)

1. Zeichen des Variablennamens, oder 00
   Bit 7 =0 bei numerischen Variablen
   =1 bei Stringvariablen
   =1 bei Funktionsnamen

2. Zeichen des Variablennamens
   Bit 7 =0 bei numerischen Variablen
   =0 bei Stringvariablen
   =1 bei Funktionsnamen

3. Zeichen des Variablennamens, oder 00
4. Zeichen des Variablennamens, oder 00

Jede einfache Variable benötigt einen Speicherplatz von 10 byte. Davon entfallen 4 byte auf den Namen und die restlichen 6 byte auf den Wert. Numerische Werte werden im Hidden-bit-Format gespeichert. Bei Stringvariablen wird die Länge und die Adresse der Zeichenkette gespeichert, bei selbstdefinierten Funktionen (DEF FN) ein Pointer, der auf die Übergabeparameter zeigt. Ab ARRBG sind die Feldvariablen in ähnlicher Weise abgelegt. Zusätzliche Angaben hinter dem Variablennamen geben die Größe des Feldes, die Anzahl der Dimensionen und deren Größe an.

Der Speicher für Zeichenketten (Stringspace) liegt direkt unter dem maximalen Speicherplatz. Darunter wird der Stack angelegt.

Der Anfang des BASIC-Interpreters und einige wichtigen RAM-Zellen sind in Bild 2.56 zu sehen.

Die Ein- und Ausgabebefehle sind komfortabler ausgelegt, als sie in Verbindung mit einem einfachen Kassettenrecorder genutzt werden können. Verfügt man z. B. über ein steuerbares Laufwerk, dann läßt sich der Interpreter mit neuen Ein-/Ausgaberoutinen ergänzen. Um diese Eingriffe möglichst einfach zu gestalten, wurden die entsprechenden Sprünge in die Sprungleiste am Anfang des Interpreters aufgenommen. Hier können andere Programme aufgerufen werden, die Dateipuffer für Ein- und Augabe verwalten, Dateien öffnen und schließen sowie auf Dateiende testen. Die dafür notwendigen Argumente und Angaben sind in den entsprechenden RAM-Zellen abgelegt.

Die Zelle FILMD gibt an, ob es sich um eine Eingabe oder Ausgabe handelt. Bei Programmspeicherbefehlen (SAVE, LOAD) ist die Dateinummer immer #4. Eine Unterscheidung, ob ASCII-Daten oder binäre Daten (z. B. bei SAVE, LOAD) übertragen werden, ist in der Flagzelle FIBIN festgehalten. Bei Bedarf können die vor jedem PRINT#-Befehl gesendeten Synchronzeichen in Anzahl und Code den eigenen Bedürfnissen angepaßt werden. Initialisiert sind 255 Synchronzeichen mit dem Code FFH (Vergleiche NULL-Befehl).

2.10. Einige Leiterplattenentwürfe

Aus Platzgründen ist es leider nicht möglich, das Layout für einen Einkartencomputer wiederzugeben. Um dennoch die Entwicklung und den Bau eines Computers zu unterstützen, werden einzelne Baugruppen aus den vorhergehenden Abschnitten, sozusagen formatfrei, dargestellt. Bei entsprechender Zusammenstellung ist der Aufbau eines Einkartencomputers oder die modulare Bauweise möglich.

Die Leiterplattenentwürfe sind grundsätzlich 2seitig, aber dennoch so ausgelegt, daß man keine galvanische Durchkontaktierung benötigt.

Bild 2.57 zeigt das Layout der CPU-Baugruppe, die in Abschnitt 2.2. beschrieben wurde.

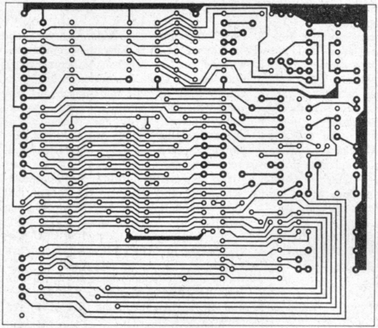
Auf der Leiterplatte nach Bild 2.58 wurden die Horizontalablenkung (Bild 2.14) und die Vertikalablenkung (Bild 2.16) vereinigt.

Die Videosignalerzeugung (Bild 2.17) läßt sich auf der RAM-Platine nach Bild 2.59 unterbringen.

Mit den beiden Drahtbrücken Br1 und Br2 kann die normale oder inverse Darstellungsweise auf dem Bildschirm gewählt werden. (Achtung: Nur eine Brücke schließen!) Weiterhin enthält die Leiterplatte die in Bild 2.22 dargestellten Schaltungsdetails.

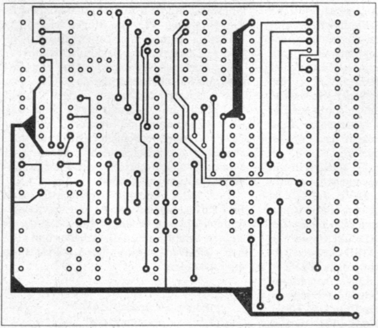
Die Speicherbaugruppe benötigt zum Betrieb die Speichersteuerung nach Bild 2.24. Das Leiterplatten-Layout dazu zeigt Bild 2.60. Im Gegensatz zur Schaltung (Bild 2.24) werden als Inverter *D 100-* oder *DL 000-*Gatter verwendet. Die mit dem Sternchen gekennzeichneten Kondensatoren sind optimal und müssen bei Bedarf experimentell ausgewählt werden.

Der letzte Leiterplattenvorschlag nach Bild 2.61 beinhaltet das Layout des Kassetteninterface aus Abschnitt 2.6.2. Die dargestellten Schalter sind DIL-Schalter und können selbstverständlich durch Wickelstifte ersetzt werden.

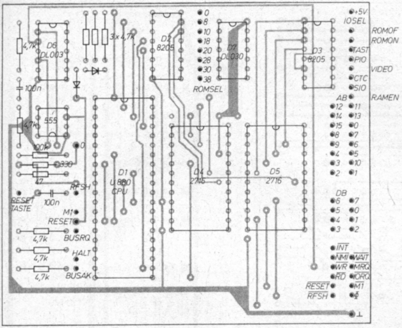


a)

Bild 2.57
CPU-Baugruppe nach Bild 2.3; a – Lötseite, b – Bestückungsseite, c – Bestückungsplan

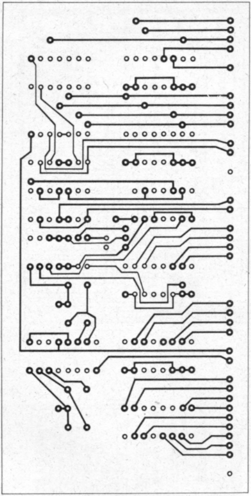


b)

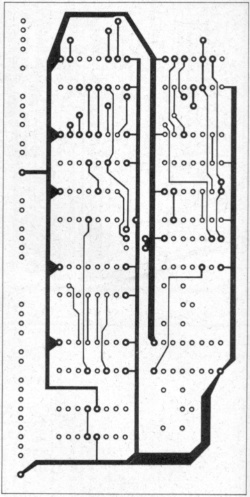


+5V
IOSEL
ROMOF
ROMON
TAST
PIO
VIDEO
CTC
SIO
RAMEN
D6
DL003
3x 4,7k
D2
8205
D7
DL030
D3
8205
ROMSEL
100n
555
100k
330
47
RFSH
RESET TASTE
100n
M1
RESET
BUSRQ
HALT
BUSAK
4,7k
D1
U 880
CPU
D4
2716
D5
2716
AB
DB
INT
NMI
WAIT
WR
MRQ
RD
IORQ
RESET
M1
RFSH

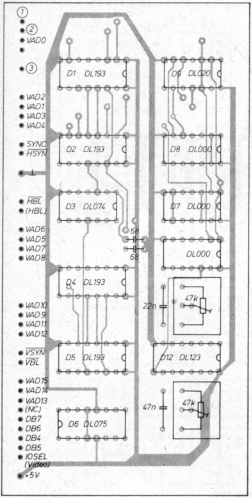
c)



a)

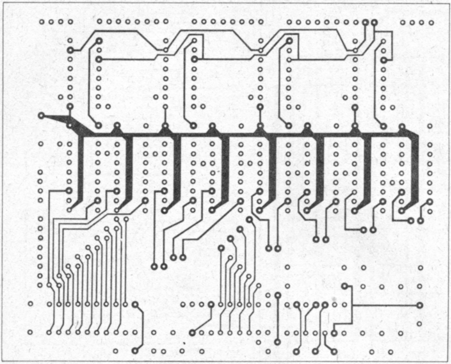


b)

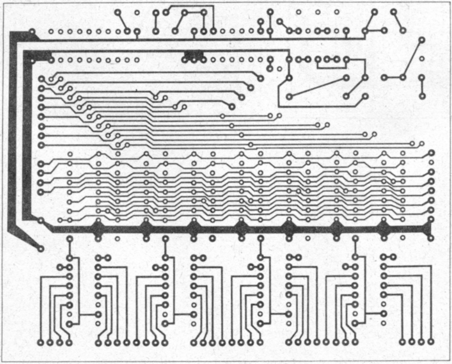


c)

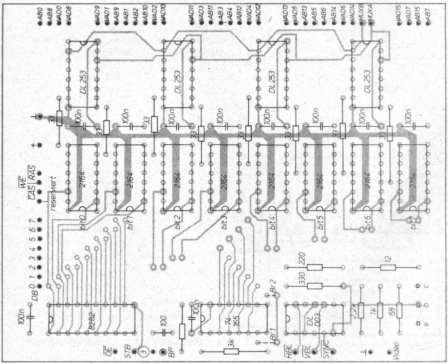
Bild 2.58
Videosteuerung nach Bild 2.14 und Bild 2.16; a – Lötseite, b – Bestückungsseite, c – Bestückungsplan



b)

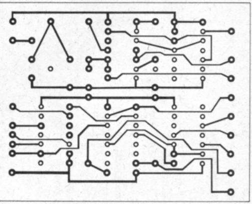


a)

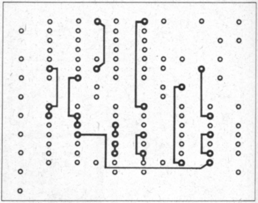


c)

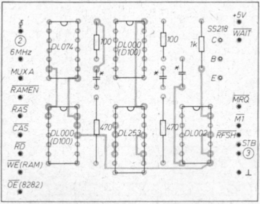
Bild 2.59
Speicherbaugruppe nach Bild 2.17 und 2.22; a – Lötseite, b – Bestückungsseite, c – Bestückungsplan



a)

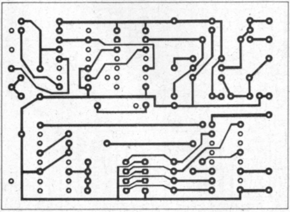


b)



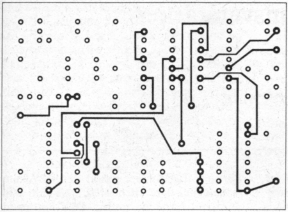
c)

Bild 2.60
Speichersteuerung nach Bild 2.24; a – Lötseite, b – Bestückungsseite, c – Bestückungsplan

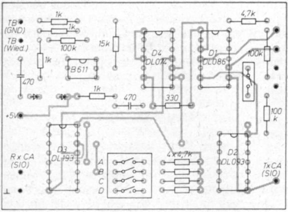


a)

Bild 2.61
Kassetteninterface nach Bild 2.44; a – Lötseite, b – Bestückungsseite, c – Bestückungsplan



b)



c)

2.11. Literatur

[1] *H. Kieser/M. Meder*, Mikroprozessortechnik, Berlin 1985

[2] *B. Hübler/K.-P. Evert*, Ausbaufähiger Mikrocomputer mit dem U 880, Berlin 1985

[3] *B. Lampe/G. Jorke/N. Wengel*, Algorithmen der Mikrorechentechnik, Berlin 1983

[4] *G. Warme/V. Otto/B. Graffunder*, Mikrorechneranwendung-Gerätetechnik U 880, Berichte zur Nachrichtentechnik (Band 13), Institut für Nachrichtentechnik, Berlin 1982